

CARMEM TEREZINHA LEAL

**ESTUDO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO
PARANÁ COM RECORTE PARA OS RECURSOS HÍDRICOS UTILIZANDO O
GEOPROCESSAMENTO**

CURITIBA

2009

CARMEM TEREZINHA LEAL

**ESTUDO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO
PARANÁ COM RECORTE PARA OS RECURSOS HÍDRICOS UTILIZANDO O
GEOPROCESSAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Contabilidade, do Setor de Ciências Sociais
Aplicadas, da Universidade Federal do
Paraná, como requisito para obtenção do
título de Especialista em Formulação e
Gestão de Políticas Públicas.

Orientador: Dr. Blênio César Severo Peixe

CURITIBA

2009

AGRADECIMENTOS

À Escola de Governo do estado do Paraná e à Universidade Federal do Paraná
pela realização do Curso e disciplinas ministradas.

Ao Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Rasca Rodrigues, e
ao Coordenador de Recursos Hídricos Mauri Pereira, que permitiram a realização
deste trabalho.

Aos Professores
pelo carinho e ensinamentos.

Ao professor Dr. Blênio César Severo Peixe, orientador,
pela dedicação e compreensão nos momentos difíceis.

À filha Maria Carolina Leal Polidori,
pelo amor, pelo carinho, pela ajuda e pelo incentivo demonstrado, mesmo quando
tudo parecia sem esperança.

Ao Lucas Bassfeld Maceno Silva pela ajuda na preparação dos dados.

Aos colegas Gérson Jacobs, Iara Mendes, José Rubel e Vanderley Rothenburg pelo
carinho e incentivo.

Às colegas Ana Márcia Nieweglowski
e Letícia Marques pelo apoio na elaboração do presente estudo.

Aos estagiários Sander Verdug e Surya Martins,
pela amizade e pela ajuda na realização deste trabalho.

No fundo, a natureza – dentro e fora de nós –, só é intelectualmente acessível através de nossas impressões sensoriais. As impressões sensoriais são, basicamente, sensações de órgão, ou, colocando de outra maneira, nós tateamos o mundo que nos rodeia através de movimentos de órgãos (=movimentos plasmáticos).

Wilhelm Reich

LISTA DE SIGLAS

APP - Áreas de Preservação Permanente
CMMA - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente
CMMAD - Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CDS - Comissão para o Desenvolvimento Sustentável
COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica
DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica
EPA - Agência Americana de Proteção Ambiental
FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiental
FES - Floresta Estacional Semidecidual
FJP – Fundação João Pinheiro
FOD - Floresta Ombrófila Densa
FOM - Floresta Ombrófila Mista
GEF - Fundo Mundial para o Meio Ambiente
IAP - Instituto Ambiental do Paraná
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPAGUAS - Instituto Paranaense das Águas
IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IQA - Índice de Qualidade de Água
ISA - Índice de Sustentabilidade Ambiental
ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências.
MMA - Ministério do Meio Ambiente
NSF - *National Sanitation Foundation*
ONG - Organização não-governamental
OSE - *Observatorio de la Sostenibilidad en Espanha*
PNMA - Programa Nacional de Meio Ambiente
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SEPL - Secretaria de Estado do Planejamento

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

SURHEMA - Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

ZEE Paraná - Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná

KFW – *Kreditanstalt Für Wiederaufbau* - Banco Alemão de Crédito para a Reconstrução e o Desenvolvimento

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Cobertura vegetal original do Estado do Paraná.....	18
Figura 02 – Ipomea pés-caprae – salsa da praia.....	20
Figura 03 – Rhizophora mangle - Mangue vermelho.....	21
Figura 04 – Aspecto geral de comunidades herbáceas aluviais no litoral paranaense - Taboais (Typha dominguensis).....	23
Figura 05 - Vista do dossel em Floresta Ombrófila Mista - Araucária angustifolia - (pinheiro- do-Paraná).....	24
Figura 06 - Aspecto geral do Parque Estadual do Cerrado – PR.....	26
Figura 07 - Aspecto geral Savana, localizado no Parque Estadual do Cerrado - PR.....	26
Figura 08 - Estepe gramíneo-lenhosa, município de Ponta Grossa - PR.....	28
Figura 09 - Floresta Estacional Semidecidual - Parque Estadual Mata dos Godoy – PR.....	29
Figura 10 – Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná e Estações de Controle da qualidade da água.....	63
Figura 11 - FLUXOGRAMA de processamento dos Indicadores por Bacia Hidrográfica.....	68
Figura 12 – Terras em Uso Agrossilvipastoril.....	81
Figura 13 – INDICADOR: Terras em Uso Agrossilvipastoril.....	82
Figura 14 – Qualidade de Águas Interiores.....	83
Figura 15 – INDICADOR: Qualidade de Águas Interiores.....	84
Figura 16 – Áreas Protegidas.....	85
Figura 17 – INDICADOR: Áreas Protegidas.....	86
Figura 18 – Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água.....	87
Figura 19 – INDICADOR: Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água.....	88
Figura 20 – Domicílios Rurais com Abastecimento de Água.....	89
Figura 21 – INDICADOR: Domicílios Rurais com Abastecimento de Água.....	90
Figura 22 – Comitês de Bacias Instalados.....	91
Figura 23 – INDICADOR Comitês de Bacias Instalados.....	92
Figura 24 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.....	93
Figura 25 – ÍNDICE de Desenvolvimento Humano Municipal.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabelas 01 – Remanescentes da cobertura vegetal original, segundo bacias Hidrográficas – Paraná – 2001 - 2002	19
Tabela 02 – DIMENSÃO AMBIENTAL – IBGE 2008.....	48
Tabela 03 – DIMENSÃO SOCIAL – IBGE 2008.....	49
Tabela 04 – DIMENSÃO ECONÔMICA – IBGE 2008.....	50
Tabela 05 – DIMENSÃO INSTITUCIONAL – IBGE 2008.....	50
Tabela 06 – INDICADORES PRIORIZADOS PARA ANÁLISE	66
Tabela 07 – NÍVEIS DO INDICADOR - terra em uso agrossilvipastoril	70
Tabela 08 – NÍVEIS DO INDICADOR - qualidade das águas interiores	72
Tabela 09 – NÍVEIS DO INDICADOR – áreas protegidas.....	73
Tabela 10 – NÍVEIS DO INDICADOR - abastecimento de água em área urbana	75
Tabela 11 – NÍVEIS DO INDICADOR - abastecimento de água em área rural	76
Tabela 12 – NÍVEIS DO INDICADOR – Comitês de Bacia	78
Tabela 13 – NÍVEIS DO INDICADOR – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	80

RESUMO

LEAL, C. T. Estudo dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental no Paraná com Recorte para os Recursos Hídricos Utilizando o Geoprocessamento. As condições de vida no Planeta têm se agravado com o avanço e com as crises do capitalismo. O Desenvolvimento Sustentado, amplamente debatido desde 1980, é entendido como sendo aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. Tem como desafio incorporar a dinâmica ambiental no centro da discussão do desenvolvimento. Com o objetivo de apresentar proposta para formulação de indicadores de sustentabilidade ambiental que reflitam a qualidade dos recursos hídricos no estado do Paraná, o presente trabalho conceitua indicadores de sustentabilidade ambiental, desenvolvimento sustentável, ecossistemas e políticas de meio ambiente do estado do Paraná, sistema de informações geográficas, índices, indicadores, parâmetros, e qualidade dos recursos hídricos. Com a utilização de sistema de informações geográfica – SIG, analisa o comportamento dos indicadores de terra em uso agrossilvipastoril, do índice de qualidade das águas, das áreas protegidas, do acesso ao sistema de abastecimento de água por rede geral, da gestão dos recursos hídricos e do desenvolvimento humano municipal, tendo como recorte territorial as bacias hidrográficas. O estudo recomenda a utilização da metodologia do IBGE 2008 para a construção de um sistema de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, sugerindo a participação da sociedade no processo decisório. Considerando as políticas públicas voltadas aos recursos hídricos, o estudo recomenda a ampliação do sistema de monitoramento e da rede de estações, elegendo um único órgão executor para coleta e análise dos dados. Sugere a vinculação dos dados relativos à qualidade das águas ao sistema de informações geográficas, dando publicidade dos níveis de qualidade em que os corpos de água se encontram.

Palavras-chave: sustentabilidade ambiental, indicadores, recursos hídricos, sistema de informações geográficas.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	II
LISTA DE SIGLAS.....	IV
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VI
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO.....	VIII
1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE.....	14
2.2. ECOSSISTEMAS DO ESTADO DO PARANÁ.....	16
2.2.1 Áreas de Formações Pioneiras	20
2.2.2 Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica	22
2.2.3 Unidades Fitogeográficas sob Influência Fluvial – Várzeas	23
2.2.4 Floresta Ombrófila Mista – Floresta de Araucária	24
2.2.5 Cerrados.....	25
2.2.6 Campos Gerais	27
2.2.7 Floresta Estacional Semidecidual – Floresta Pluvial	28
2.2.8 A Interdependência entre a Água e as Florestas	30
2.3. POLÍTICAS DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARANÁ.....	32
2.3.1 Políticas de Planejamento e Gestão Ambiental.....	33
2.3.2 Políticas de Integração e Ações Conjuntas	36
2.3.3 Políticas de Gestão e Conservação dos Recursos Hídricos	37
2.3.4 Políticas de Monitoramento e Controle Ambiental.....	39
2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	40
2.4.1 Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos.....	41
2.5. ÍNDICES, INDICADORES E PARÂMETROS.....	43
2.6. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	46
2.6.1 Estudos para a Construção de Indicadores.....	52
2.7. INDICADORES DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	56
2.7.1 Avaliação da Qualidade dos Recursos Hídricos em Minas Gerais.....	56

2.7.2 Índice de Qualidade das Águas - IQA	60
3. METODOLOGIA	64
3.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	64
3.2. ANÁLISES ESPACIAIS.....	65
3.2.1 Objeto de Estudo.....	65
3.2.2 Coleta de Dados.....	66
3.2.3 Análise e Interpretação dos Dados	67
4. RESULTADOS.....	69
4.1. TERRAS EM USO AGROSSILVIPASTORIL	69
4.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES	70
4.3. ÁREAS PROTEGIDAS.....	73
4.4. ACESSO AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	74
4.5. COMITÊS DE BACIAS INSTALADOS	76
4.6. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL	78
4.7. ANÁLISE SINTÉTICA DOS INDICADORES ESTUDADOS.....	95
4.7.1 Terras em uso agrossilvipastoril.....	95
4.7.2 Qualidade das Águas Interiores	95
4.7.3 Áreas Protegidas.....	96
4.7.4 Acesso ao Sistema de Abastecimento de Água.....	96
4.7.5 Comitês de Bacias Instalados.....	97
4.7.6 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.....	97
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	99
6. REFERÊNCIAS.....	102
GLOSSÁRIO.....	106

1. INTRODUÇÃO

Abordar as questões relacionadas com o desenvolvimento sustentável é uma tarefa árdua, embora necessária. As condições de vida no Planeta têm se agravado com o avanço e com as crises do capitalismo. O meio ambiente parece não garantir condições para abrigar a população que cresce em número e na complexidade dos artigos que consome.

As noções de Desenvolvimento Sustentado são amplamente debatidas desde 1980, cujos fundamentos foram estabelecidos no Relatório *Brundtland*, elaborado na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente – CMMA (1987). A lógica da sustentabilidade do desenvolvimento parte do seguinte princípio:

Em essência, desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. (...) É aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. (NOSSO FUTURO COMUM, 1988, p. 46).

Os conceitos e as idéias do Relatório *Brundtland* foram fundamentais para os debates da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro entre 3 e 14 de junho de 1992, ECO-92, incorporados aos princípios que norteiam a Agenda 21, documento aprovado por mais de 180 nações.

Os Fóruns Mundiais sobre desenvolvimento e meio ambiente têm pautado todas as discussões sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, sendo hoje considerado como proposta central de todas as políticas da Comunidade Européia. O desenvolvimento sustentável tem como objetivo a melhora contínua da qualidade de vida dos habitantes do planeta e das futuras gerações e para tanto deve preservar a capacidade da terra de sustentar a vida em todas suas formas baseada nos princípios democráticos, com respeito às leis e aos direitos fundamentais, incluindo a liberdade e igualdade de oportunidades. (Estratégia Européia de Desenvolvimento Sustentável, 2006, p.33).

O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como o grau de evolução de uma dada sociedade ou território que considera não somente a dimensão econômica, mas a dimensão ambiental e a dimensão social. Coloca-se assim um

novo desafio, que é como incorporar a dinâmica ambiental no centro da discussão do desenvolvimento.

Segundo ALMEIDA:

A gestão insustentável dos ecossistemas vem representando custos tanto para a economia quanto para a sociedade. (...) As perdas anuais relativas a eventos extremos, como enchentes, incêndios, tempestades, secas, foram multiplicados por um fator de 10 desde meados do século passado, atingindo aproximadamente US\$70 bilhões em 2003. (...) A escassez de água é uma das mais sérias ameaças aos empreendimentos do setor privado. A AEM conclui que uma parcela de 5% a 20% da captação d água para uso industrial ou doméstico não é sustentável no longo prazo, uma vez que a água é obtida por transferência de bacia hidrográfica ou retirada dos lençóis freáticos em quantidades superiores à da reposição natural. (ALMEIDA, p.43 - 44).

Medir o desempenho das ações que interferem no meio ambiente, gerando impactos sobre o mesmo, é um fator necessário para o gerenciamento público e o direcionamento de ações das empresas privadas. Objetivando essa medição, a adoção de indicadores é uma das formas que visa resumir a informação de caráter técnico e científico para transmiti-la de forma sintética, preservando o essencial dos dados originais e utilizando apenas as variáveis que servem aos objetivos e não todas as que podem ser medidas ou analisadas. Dessa maneira, a informação é compreendida pelos gestores, políticos, grupos de interesse e público em geral. Utilizando-se indicadores, tal como quando se emprega um parâmetro estatístico, se ganha em clareza e operacionalidade o que se perde em detalhe da informação. Os indicadores e os índices são projetados, basicamente, para simplificar a informação sobre fenômenos complexos de modo a melhorar a comunicação.

Os indicadores ambientais podem permitir um grau maior de objetividade e uma sistematização da informação, e por facilitarem o monitoramento e a avaliação periódica, têm adquirido crescente expressão, sendo particularmente interessantes para situações que se processam com cronograma de implantação de médio prazo, como é o caso dos planos de recursos hídricos, uma vez que a comparação entre diferentes períodos é mais simples e efetiva.

A reflexão sobre informações ambientais, sociais e econômicas para a mensuração da qualidade ambiental ancorada nos objetivos e princípios do desenvolvimento sustentado nas bacias hidrográficas no Estado do Paraná é constante no âmbito das Secretarias de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Planejamento, Secretaria da Agricultura, da Educação, e da Saúde.

Informações estas que estão relacionadas com o planejamento e a consolidação de políticas públicas de gestão ambiental dos recursos hídricos. Nesse sentido, a sistematização de informações com rigor, para não só traduzir em indicadores e mapas a dinâmica ambiental no Estado, mas também para permitir a avaliação das políticas públicas e a mudança de paradigma, é uma necessidade urgente no âmbito do Estado.

Tanto ao nível do planejamento de políticas públicas pelas Instituições quanto para a população em geral, aumenta a necessidade de avaliar a qualidade dos recursos hídricos como forma de buscar atividades que permitam desenvolvimento econômico e social dos paranaenses sem tornar indisponíveis os recursos naturais.

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta consolidada de informações para a formulação de indicadores de sustentabilidade ambiental que reflitam a qualidade dos recursos hídricos no estado do Paraná.

São objetivos específicos da presente pesquisa: (i) conceituar indicadores de sustentabilidade ambiental; (ii) apresentar parâmetros técnicos para a definição de indicadores com foco nos recursos hídricos; e (iii) analisar indicadores de sustentabilidade ambiental que reflitam a qualidade dos recursos hídricos, utilizando as ferramentas do geoprocessamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ocupação dos territórios pelas atividades dos seres humanos pode determinar a qualidade de vida de suas populações. Embora os sistemas produtivos gerem maior ou menor intensidade de uso dos recursos naturais, a vida do homem na Terra depende de um grau de equilíbrio entre os sistemas de ocupação e os sistemas ambientais. As decisões sobre como alcançar esse equilíbrio serão determinantes para a continuidade do desenvolvimento e permanência do homem no Planeta.

O desenvolvimento a ser alcançado depende do grau de liberdade alcançado pelas populações e sua possibilidade de intervenção sobre as políticas públicas. No entanto, os impactos sobre o meio ambiente podem não ter reversibilidades. Segundo ALMEIDA:

A forma pela qual os sistemas naturais respondem a impactos, planejados ou não, depende de suas características de estabilidade. Uma visão equivocada, mas ainda prevalecente, considera que, não importa a magnitude do impacto, o sistema voltará às suas condições originais assim que cessem os fatores do estresse. Trata-se aqui, da velha visão da Mãe Natureza, uma Natureza Benevolente. Nela, os ecossistemas são vistos pela ótica do *laissez-faire*, numa ilusão de que, não importa o que o homem faça, a natureza encontrará maneiras de sobreviver.

Já a visão oposta considera que os sistemas naturais só podem sobreviver se sua diversidade estrutural e espacial for mantida íntegra.

(...) No mundo real, a maioria das situações fica entre os dois extremos. Os sistemas naturais têm mais de um modelo de comportamento estável. Desde que variáveis como densidade populacional, nutrientes, insolação, diversidade de espécies e outras estejam acima de certo patamar, pequenas alterações podem ser absorvidas. É que chamamos de Natureza Resiliente – sem dúvida, a visão mais compatível com o real comportamento dos sistemas naturais. (ALMEIDA, 2007, p.59).

A sustentabilidade dos ecossistemas depende do grau de interferência sobre o meio ambiente. As ações continuadas sobre os recursos naturais têm provocado mudanças no meio ambiente. Compreender essas alterações para avaliá-las é um dos desafios do século atual.

2.1. CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade segundo o Dicionário Aurélio (1987, p. 1635), é o de “Que se pode sustentar”. Dentre os conceitos explicitados para o verbo “sustentar” destacam-se: Do latim *sustentare*. 1. (...) 4. Fazer face a; resistir a;

sustar. 5. Conservar, manter. 8. Impedir a ruína ou a queda de; amparar. (...) 10. Proteger, favorecer, auxiliar (...) 16. Conservar a mesma posição; sustentar-se, equilibrar-se.

Tais conceitos relacionam-se com as atitudes que permitem relações de continuidade, de proteção e de resistência perante uma determinada conjuntura. Em relação ao meio ambiente, e nele incluindo o ser humano, a sustentabilidade apóia-se nas ações que permitam continuidade dos seres vivos em sua totalidade, ou seja, em sua forma atual e na possibilidade de evolução natural.

De acordo com ABREU:

O termo sustentabilidade aplicado à causa ambiental surgiu como um conceito tangível na década de 1980 por *Lester Brown*, que foi o fundador do *Worldwatch Institute*. A definição que acabou se tornando um padrão seguido mundialmente com algumas pequenas variações representa o seguinte: diz-se que uma comunidade é sustentável quando satisfaz plenamente suas necessidades de forma a preservar as condições para que as gerações futuras também o façam. Da mesma forma, as atividades processadas por agrupamentos humanos não podem interferir prejudicialmente nos ciclos de renovação da natureza e nem destruir esses recursos de forma a privar as gerações futuras de sua assistência. (ABREU, 2009, p. 1).

Para AMARTYA SEN, que realizou pesquisas como consultor para os *Human Development Reports* do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, em países do chamado terceiro mundo:

O desenvolvimento pode ser visto como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam. O enfoque nas liberdades humanas contrasta com visões mais restritas de desenvolvimento, como as que identificam desenvolvimento com crescimento do Produto Nacional Bruto (PNB), aumento de rendas pessoais, industrialização, avanço tecnológico ou modernização social. O crescimento do PNB ou das rendas individuais obviamente pode ser muito importante como um meio de expandir as liberdades desfrutadas pelos membros da sociedade. Mas as liberdades dependem também de outros determinantes, como as disposições sociais e econômicas (por exemplo, os serviços de educação e saúde) e os direitos civis (por exemplo, a liberdade de participar de discussões e averiguações públicas). (SEN, 2000, p. 17).

Além dos conceitos estabelecidos no Relatório *Brundtland*, e enunciado na Introdução do presente trabalho, um dos principais conceitos sobre desenvolvimento sustentável é o defendido pelo *Observatorio de la Sostenibilidad en España*, o qual afirma que é necessário, para alcançar esse desenvolvimento, do ponto de vista global, prover vida digna a todos os seres humanos. Ao nível local, propõe que os

cidadãos devem aspirar um grau de bem estar, independentemente do lugar em que escolheu viver:

Mientras que el Desarrollo Sostenible a nivel global implica lograr una vida digna para todos los seres humanos, a nivel local debe aspirar a que el bienestar de los ciudadanos sea el mismo independientemente del lugar en el que hayan elegido o les haya tocado vivir. (...) los componentes del bienestar, tal y como las personas los experimentan y perciben, dependen de su situación, reflejan la geografía, la cultura y las circunstancias ecológicas locales que las rodean. (OSE, 2008, p.17).

2.2. ECOSSISTEMAS DO ESTADO DO PARANÁ

Os ecossistemas são sistemas abertos com ciclagem de nutrientes e fluxo de energia com outros ecossistemas, e segundo o ecólogo inglês, Arthur George Tansley (1871-1955):

A concepção mais importante em ecologia é a do sistema como um todo (no sentido da física), incluindo não apenas o complexo de organismos (comunidade), mas também a complexa totalidade de fatores físicos, formando o que nós chamamos de ambiente do bioma – os fatores do ambiente no seu sentido mais amplo. Embora os organismos possam merecer o nosso interesse principal, nós não podemos separá-los do seu ambiente particular, com o qual eles formam um sistema físico. (TANSLEY apud MMA, 2007, p.150).

ODUM (1988, p. 12) define ecossistema “como um conjunto de fatores bióticos e abióticos, em que ocorre uma interação entre os organismos vivos e o ambiente físico, com a formação de um fluxo de energia e uma ciclagem de materiais entre as partes viva e não viva”.

Quando se trabalha com um ecossistema original, ou primitivo, o conjunto de atividades exercidas pelo homem pode exercer pequena ou nenhuma alteração nas características naturais do ecossistema considerado. Isso ocorre em decorrência de aspectos como a relação da área total desse ecossistema considerado e a dimensão relativamente pequena da área de intervenção das atividades antrópicas; tipo de atividade realizada; características abióticas e bióticas do ecossistema, como tipo de solo, e subsolo, chuva, radiação solar, ventos, arranjo da cadeia trófica, existência de espécies endêmicas, entre outros, que conferem uma maior ou menor fragilidade do ecossistema.

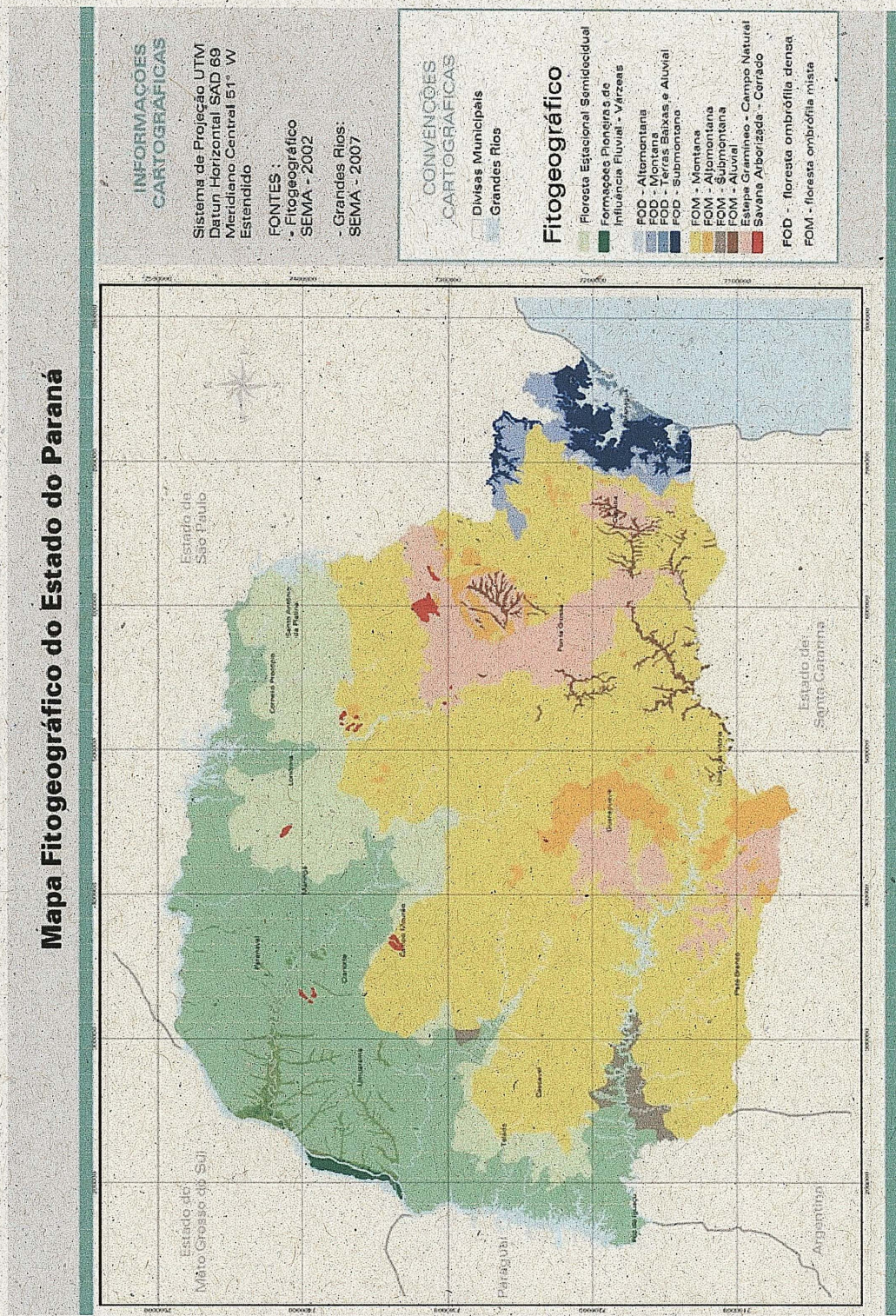
O estado do Paraná tem 98% do seu território sob domínio do bioma Mata Atlântica conforme estabelecido na Lei Federal 11.428/2006. No entanto, se considerarmos os ecossistemas associados, esses apresentam características

fitossociológicas distintas, que predominam nas diversas regiões do Estado, denominadas de regiões fitogeográficas.

Em 1890, a cobertura vegetal original do Estado era de 100% do território (MAAK, 1950, p. 32). Cobertura vegetal, diferentemente de cobertura florestal, refere-se às regiões e sua fitogeografia, que no Paraná, nessa época, apresentava cinco ecorregiões distintas: Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), Campos Naturais, Cerrados, e Floresta Semidecidual (Floresta Pluvial). Com o processo de ocupação do território paranaense, a realidade em 2002, conforme estudos do IPARDES (2007, p. 15), demonstra que os ecossistemas originais sofreram grande alteração, com perdas de até 100% da cobertura inicial. Com exceção a esse quadro - de enormes perdas da floresta original - está a região da Bacia Litorânea, onde se encontra a Serra do Mar, extensas áreas de restinga e manguezais, na qual a floresta nativa ocupa 91,53% do território - ver Tabela 01.

As principais unidades fitogeográficas originais do estado do Paraná são: (i) as Formações Pioneiras de Influência Fluviomarina e Marinha; (ii) a Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica nos municípios litorâneos; (iii) as unidades fitogeográficas de Influência Fluvial, também denominadas de várzeas; (iv) Floresta Ombrófila Densa Mista, ou Floresta de Araucária; (v) Cerrados; (vi) Campos Gerais; e (vii) Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Pluvial, espacializadas na Figura 01 abaixo.

Figura 01 – Cobertura vegetal original do Estado do Paraná



Fonte: Adaptado pelo autor de SEMA, 2007.

No Paraná, com exceção da área compreendida pela bacia litorânea com 91,53% de sua floresta, os ecossistemas originais foram reduzidos enormemente pela ação do homem ao longo da formação cultural do Estado. No total, segundo os estudos da SEMA, IAP e IPARDES, restam apenas 12,30% da cobertura original (Tabela 01), (IPARDES, 2008, p. 23).

Tabelas 01 – Remanescentes da cobertura vegetal original, segundo bacias Hidrográficas – Paraná – 2001 - 2002

BACIAS HIDROGRÁFICAS	REMANESCENTES DA COBERTURA VEGETAL ORIGINAL	
	ÁREA (ha)	TOTAL (%)
Cinzas	966.669,22	0,67
Iguaçu	5.506.770,03	17,63
Itararé	498.967,25	1,00
Ivaí	3.669.482,73	6,67
Litorânea	662.495,77	91,53
Paraná 1	162.433,69	20,54
Paraná 2	292.056,61	3,88
Paraná 3	871.108,58	5,25
Paranapanema 1	123.171,08	-
Paranapanema 2	72.099,65	1,82
Paranapanema 3	378.317,72	0,24
Paranapanema 4	416.295,62	2,94
Piquiri	2.404.621,37	5,17
Pirapó	512.067,19	0,48
Ribeira	958.271,15	28,87
Tibagi	2.493.192,04	4,67
PARANÁ	19.988.019,70	12,30

Fonte: Adaptado de IPARDES, 2008.

Objetivando entender as principais unidades fitogeográficas originais do estado do Paraná descreveremos, de forma sucinta, os mais importantes ecossistemas paranaenses: (i) as Áreas de Formações Pioneiras; (ii) a Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica; (iii) as unidades fitogeográficas de Influência Fluvial, também denominadas de várzeas; (iv) a Floresta Ombrófila Densa Mista, ou Floresta de

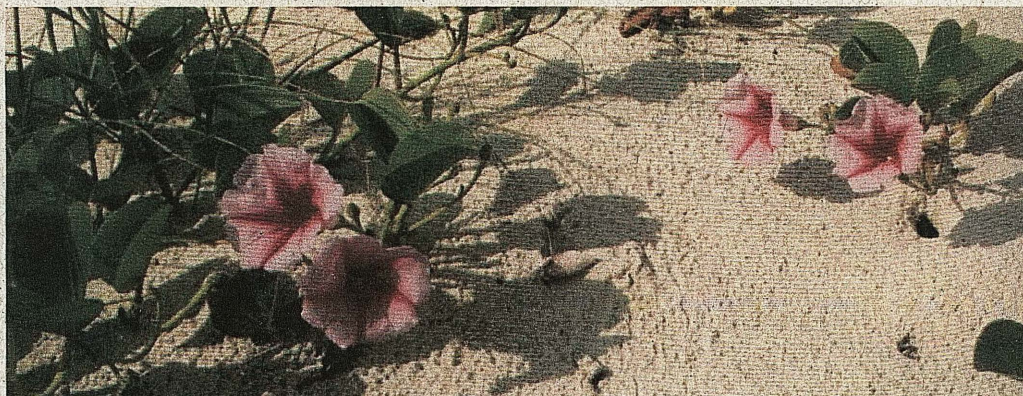
Araucária; (v) o Cerrado; (vi) os Campos Gerais; e (vii) a Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Pluvial.

2.2.1 Áreas de Formações Pioneiras

As áreas de formações pioneiras de influência fluviomarinha e marinha constituem os ambientes revestidos por vegetação de primeira ocupação, que se instalam sobre áreas pedologicamente instáveis devido às constantes deposições sedimentares ao longo do litoral, nas margens dos cursos d' água e ao redor dos pântanos, lagoas e lagoas. As áreas de formações pioneiras abrangem tipos distintos de vegetação, os quais em diferentes níveis ou intensidade são influenciados pelas águas do mar, dos rios, ou pela ação combinada de ambos.

De acordo com o IBGE (1992, p. 18), a expressão formação pioneira é usada para denominar o tipo de cobertura vegetal formado por espécies colonizadoras de ambientes novo, isto é, de áreas subtraídas naturalmente a outros ecossistemas ou surgidos em função da atuação recente ou atual dos agentes morfodinâmicos e pedogenéticas. As espécies ditas pioneiras desempenham importante papel na preparação do meio à instalação subsequente de espécies mais exigentes ou menos adaptadas às condições de instabilidade ambiental. São formações vegetais ainda em fase de sucessão, com ecossistemas dependentes de fatores ecológicos instáveis, tais como os edáficos, e independentes da ação direta do clima (Figura 02).

Figura 02 – *Ipomea pés-caprae* – salsa da praia.

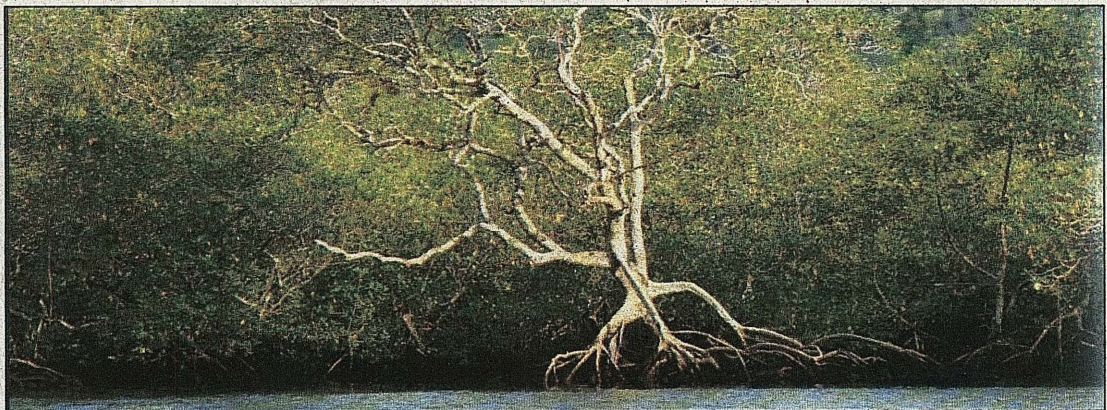


Fonte: Acervo do autor, 2002.

As formações sob influência fluviomarinha (Manguezal e Campo Salino), tratados por alguns autores como litoral lodoso e áreas de transição, são influenciadas pelas águas do mar e dos rios. Os manguezais são associações halófitas que se situam nas desembocaduras dos rios, baías e reentrâncias do mar, em solos lodosos e onde a salinidade por influência da maré, embora consideravelmente reduzida, permite apenas o estabelecimento de plantas seletivas. Considerados o berço-da-vida-marinha, por concentrar condições favoráveis à reprodução como esconderijos, alimento e temperatura amena, os manguezais ocupam as áreas estuarinas nas baías de Pinheiros, Paranaguá e Guaratuba no litoral paranaense. Os manguezais são constituídos por vegetais halófilos (ambientes salinos), de raízes aéreas e pneumatóforas (raízes que respiram o oxigênio).

O manguezal se estabelece nas regiões de águas calmas, sujeitas a inundações parciais, onde se forma a vasa (Figura 03). A vasa resulta da deposição de flóculos que se formam quando partículas de argila, matéria orgânica e outras, transportadas em suspensão pelos rios entram em contato com a água salgada. Assim, duas condições são essenciais para o desenvolvimento dos manguezais: certo grau de salinidade das águas e ambiente topográfico que favoreça a deposição dos flóculos para formar o solo pantanoso, além de um clima quente e úmido. Segundo SEMA (2008, p.12), a abrangência do manguezal no território paranaense é de 0,15%.

Figura 03 – *Rhizophora mangle* - Mangue vermelho.



Fonte: Acervo do autor, 2002.

2.2.2 Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica

De acordo com IBDF (1984, p. 31), o termo floresta Ombrófila Densa, criado por Ellemberg & Mueller-Dombois, substituiu Pluvial (de origem latina) por Ombrófila (de origem grega), ambos com o mesmo significado “amigo das chuvas”. Além disso, empregaram pela primeira vez os termos Densa e Aberta como divisão das florestas dentro do espaço intertropical, muito embora esse tipo de vegetação seja conhecido também pelo nome original dado por Schimper (1903) e reafirmado por Richards (1952) de “Floresta Pluvial Tropical”. Aceitou-se a designação de Ellemberg & Mueller-Dombois, porque apresenta as duas fisionomias ecológicas tanto na Amazônia como nas áreas costeiras, justificando-se assim o uso da terminologia mais recente:

A Floresta Atlântica ocupa a área tropical mais úmida com período anual seco variando de 0 a 60 dias e chuvas bem distribuídas com médias anuais em torno de 1.500 mm, caracterizando-se pela presença de fanerófitas perenifoliadas, com brotos foliares geralmente desprovidos de proteção contra a seca, na porção sul da costa atlântica brasileira, ocorrem excepcionalmente espécies decíduas como o guapuruvú (*Schyzolobium paraybae*), o pau-sangue (*Pterocarpus violaceus*) e o óleo (*Copaifera trapezifolia*). (IBGE, 1992, p.34).

De acordo com LEAL:

A quase totalidade das formações de terras baixas sofreu intervenção do homem, substituídas por cultivos agrícolas e pastagens. O abandono destes mostra hoje grande parte da planície ocupada por diferentes fases sucessionais da vegetação natural, desde capoeiras recentes até formações secundárias mais desenvolvidas (antigas) com aspecto semelhante à vegetação original, diferenciando no porte (20m) e parcialmente na composição florística. Nas formações secundárias da porção centro-sul da planície, é expressiva a dominância da associação guanandí (*Calophyllum brasiliense*) e cupiúva (*Tapirira guianensis*); na porção norte (Antonina e Guaraqueçaba) domina a associação guanandí/guaricica (*Vochysia bifalcata*), quando o palmito já povoa o sub-bosque (idades estimadas de 50 a 100 anos). LEAL (2000, P.11).

De acordo com SEMA (2008, p. 9), algumas espécies endêmicas que ocorrem em pequenas regiões, foram estudadas no litoral como o mico-leão-da-cara-preta e o papagaio-da-cara-roxa. Essa unidade tem abrangência em 3,7% do território paranaense e possui ambiente diferenciado em função de sua altitude, podendo ser: sub-montana, montana, alto - montana ou refúgio ecológico.

2.2.3 Unidades Fitogeográficas sob Influência Fluvial – Várzeas

Constituem formações herbáceas ou arbóreas seletivas em depressões úmidas, que ocorrem interiorizadas na região da Floresta Ombrófila Densa, portanto sem influência direta do oceano, definidas por condições localizadas, geralmente sobre solos hidromórficos gleizados, cuja superfície é regularmente inundada pelo regime das águas fluviais. Da mesma forma que as várzeas brejosas sob influência fluviomarinha, o menor ou maior grau de desenvolvimento do substrato condiciona a dominância de formações herbáceas, caracterizadas pela associação taboa/lirio-do-brejo, ou de formações arbóreas geralmente puras constituindo os caxetais (*Tabebuia cassinoides*), em sua maioria já explorada consecutivas vezes em função da sua capacidade de rebrotar. A taboa comumente ocupa o estrato inferior dessas formações (Figura 04).

Segundo SEMA (2008, p.16), a abrangência das várzeas no território paranaense é de 0,3% da área do Estado.

Figura 04 – Aspecto geral de comunidades herbáceas aluviais no litoral paranaense - Taboais (*Typha dominguensis*)



Fonte: Acervo do autor, 2000.

2.2.4 Floresta Ombrófila Mista – Floresta de Araucária

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como “mata de araucária ou pinheral”, é um tipo de vegetação do Planalto Meridional, onde ocorria com maior frequência. Essa área é considerada como o seu atual “clímax climático”.

Entretanto, essa floresta apresenta disjunções florísticas em refúgios situados nas Serras do Mar e da Mantiqueira, muito embora no passado tenha se expandido bem mais ao norte uma vez que a família *Araucariaceae* apresentava dispersão paleogeográfica que sugere ocupação diferente da atual. Constatou-se a ocorrência de fósseis (fragmentos de caule) em terrenos juracretácicos no nordeste brasileiro, evidenciando que dentro da “plataforma brasileira” encontrava-se *Coniferales*, pois estes fósseis são também encontrados em pontos isolados da borda sul do Planalto Meridional. Mas como o vulcanismo, iniciado nesta área no Cretáceo e terminado no terciário Superior, foi o responsável pelo despovoamento vegetal do Planalto Meridional, a hipótese de que a *Araucária angustifolia*, atualmente aí existente, penetrou através do “Escudo Atlântico” que se achava unido à grande plataforma afro-brasileira no Paleozóico, parece estar comprovada. (IBGE, 1992, p. 89-90).

O gênero araucária é exclusivo do hemisfério Austral e começou a existir na pré-história (Figura 05). É uma das espécies florestais mais antiga do planeta. O gênero é representado por 16 espécies distribuídas entre a Austrália, a Nova Guiné e a América do Sul.

Figura 05 - Vista do dossel em Floresta Ombrófila Mista - *Araucária angustifolia* - (pinheiro-do-Paraná).



Fonte: Acervo do autor, 2002.

A *Araucária angustifolia* é sul americana e ocorre no Brasil e na Argentina, em maior extensão no Paraná. Daí a razão de ser reconhecido mundialmente como o

“pinheiro-do-Paraná”. Hoje, o desmatamento desordenado reduziu a área para em torno de 1%. As famosas “matas pretas”, denominação dada por se destacarem em tom mais escuro que o resto da vegetação, compõem com outras espécies, um conjunto de alto valor comercial. Vale ainda ressaltar que a araucária detém uma arquitetura inigualável, que resulta em uma paisagem única quando presente. Nas florestas de araucária são encontradas algumas espécies de animais em extinção, como a gralha azul e o caxinguelê, entre outros.

A composição florística deste tipo de vegetação caracterizado por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (Australásicos) e *Podocarpus* (Afro Asiáticos), sugere em face da altitude e da latitude do Planalto Meridional, uma ocupação recente, a partir de refúgios altomontano, apresentando quatro formações diferentes: (i) aluvial, em terraços antigos situados ao longo dos flúvios; (ii) Submontana, de 50 até mais ou menos 400m de altitude; (iii) Montana, de 400 até mais ou menos 1.000m de altitude; e (iv) Altomontana, quando situadas a mais de 1.000m de altitude. (IBGE, 1992, p. 91).

Segundo SEMA (2008, p.10), a abrangência da Floresta Ombrófila Mista no território paranaense é de 49,8 % da área do Estado.

2.2.5 Cerrados

Esse tipo de vegetação arbustiva (savana brasileira) predomina em todo o Planalto Central do Brasil, estendendo-se também ao estado de Tocantins, sul do Pará e do Maranhão, oeste da Bahia e norte de Minas Gerais. É uma vegetação constituída por arbustos, gramíneas e árvores pequenas de folhas grandes, troncos retorcidos, casca grossa, raízes longas e profundas como a mangabeira, a lixeira e o barbatimão.

O termo Savana é procedente da Venezuela, tendo sido empregado pela primeira vez por Oviedo&Valdez (1851), para designar os “lhanos arbolados da Venezuela” (formação graminóide dos planaltos em geral coberta por plantas lenhosas) e posteriormente levado para a África.

A Savana então é definida, como uma vegetação xeromorfa preferencialmente de clima estacional (mais ou menos 6 meses seco), não obstante podendo ser encontrada também em clima ombrófilo. Reveste solos lixiviados aluminizados, apresentando sinusias de hemiptófitos, geófitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência em toda a Zona Neotropical. (IBGE, 1992, p. 99).

Conforme o IBGE (1992, p. 93), esse subgrupo de formação cuja fisionomia típica e característica é restrita às áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorre em clima tropical eminentemente estacional (Figura 06).

Figura 06 - Aspecto geral do Parque Estadual do Cerrado – PR.



Fonte: Acervo do autor, 2002.

Apresenta sinúcias lenhosas de micro e nanofanerófitas tortuosos com ramificações irregulares, providas de macrofilos esclerofilos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódio. Não apresenta uma sinúcia nítida de caméfitos, mas sim um relevo hemicriptofítico, de permeio com plantas lenhosas raquíticas e palmeiras anãs (Figura 07).

Figura 07 - Aspecto geral Savana, localizado no Parque Estadual do Cerrado - PR



Fonte: Acervo do autor, 2002.

Extremamente repetitiva, a sua florística reflete-se de norte a sul em uma fisionomia caracterizada por dominantes fanerófitos típicos, tais como: o *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae., pequi); *Salvertia convallariodora* (Vochysiaceae., pau-de-

colhe); *Boldichia virgiloides* (Leguminosae Pap., Sucupira-preta); *Dimorphandra mollis* (leguminosae Cães., Faveiro); *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae., pau-terra-de-folhas-grandes); *Qualea parviflora* (Vochysiaceae., pau-terra-de-folhas-miúdas); *Anadenanthera peregrina* (Leguminosae Mim., angico-preto) e *Kielmeyera caribaea* (Guttiferae, pau-santo).

Segundo SEMA (2008, p.16), a área de ocorrência do Cerrado é de 0,3% do território paranaense.

2.2. 6 Campos Gerais

Segundo o IBGE (1992, p. 102), os Campos Gerais são áreas subtropicais, onde as plantas são submetidas a uma dupla estacionalidade – uma fisiológica provocada pelo frio das frentes polares e outra seca mais curta, com déficit hídrico. A sua fisionomia apresenta uma homologia bastante sugestiva com o termo “praire” (campos das áreas frias temperadas), que por ser um termo amplo e muito genérico, vem a escolha do termo prioritário “estepe”.

Campos Gerais são as estepes brasileiras, constituídas por vegetação rasteira (herbáceas), de 10 a 50 cm de altura, onde quase não aparecem formações arbustivas. São os denominados *campos limpos*, conhecidos como Pampas, na Campanha Gaúcha, e Campos Gerais, no Paraná (Figura 08) e em Santa Catarina. Quando associados a alguns arbustos isolados na paisagem, os campos sujos ou campos cerrados é que predominam. Esses tipos de vegetação rasteira aparecem em algumas regiões do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul.

Estas áreas, atualmente, apesar de estarem bastante antropizadas, podem ser separadas em três subgrupos de formação situados em dois grandes tipos de relevo: o pediplano gaúcho e o planalto meridional. Os três subgrupos são: (i) estepe arborizada; (ii) estepe parque; e (iii) estepe gramíneo-lenhosa.

Conforme o subgrupo estepe gramíneo-lenhosa, existente no Paraná, observa-se as “florestas-de-galeria” de porte baixo flanqueando algumas drenagens. O estrato herbáceo é constituído por duas sinusias graminóides, a dos hemicriptófitos e a dos geófitos, ambas apresentando pilosidade nas folhas e colmos, o que sugere uma adaptação ao meio ambiente relativamente seco. No caso paranaense parece tratar-se da compactação superficial do terreno, em vista das queimadas anuais e do excessivo pisoteio do gado. (IBGE, 1992, p.104).

Segundo SEMA (2008, p.13), a área de abrangência dos Campos Gerais no estado do Paraná é de 8,4% do território.

Figura 08 - Estepe gramíneo-lenhosa, município de Ponta Grossa - PR



Fonte: Acervo do autor, 2002.

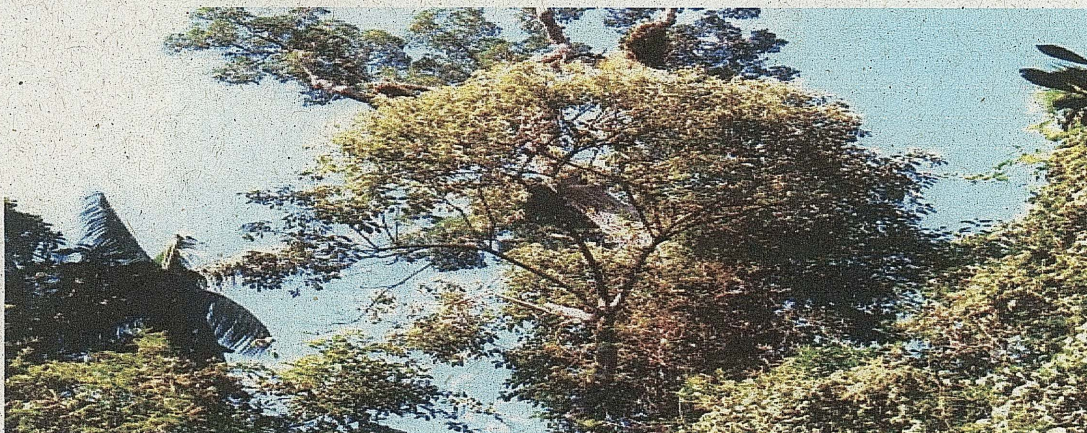
2.2.7 Floresta Estacional Semidecidual – Floresta Pluvial

Segundo o IBGE:

O conceito ecológico deste tipo de vegetação está condicionado pela dupla sazonalidade climática, uma tropical com época de intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno com temperaturas médias inferiores a 15.º C.(....) Neste tipo de vegetação a porcentagem das árvores caducifólias, no conjunto florestal e não das espécies que perdem as folhas individualmente, situa-se entre 20 e 50%. Nas áreas tropicais é composta por macrofanerófitos que revestem, em geral, solos areníticos distróficos. Já nas áreas subtropicais é composta por macrofanerófitos em face de revestirem solos basálticos eutróficos. (IBGE, 1992, p. 48).

No sul do país, considerando os trabalhos de descrição da vegetação feitos por diversos estudiosos, a Floresta Estacional Semidecidual recebeu várias denominações, em sua maioria relacionada ao clima a que está submetida, o subtropical (Figura 09). MAACK em seu importante trabalho de 1948, sobre Geografia Física do Paraná, denominou esta formação de “Mata Pluvial Subtropical”, termo adotado em diversos trabalhos sobre vegetação, onde se nota ainda a frequência expressiva do palmito (*Euterpe edulis*) e de lianas e epífitas (fato igualmente citado por IBDF, 1984, p.61). De acordo com MAACK (1948), pode-se comparar a riqueza deste conjunto vegetacional como sendo igual à da Floresta Ombrófila Densa.

Figura 09 - Floresta Estacional Semidecidual - Parque Estadual Mata dos Godoy – PR.



Fonte: Acervo do autor, 2002.

A denominada “Mata Pluvial Subtropical” é uma zona de transição entre a “Mata Pluvial Tropical” e outras formações, como a “Savana”, diferindo da primeira pela menor temperatura e da segunda pela maior umidade e precipitação. Alguns autores caracterizaram genericamente as formações do oeste e sul do Brasil como “Matas Subtropicais”, relacionando sua ocorrência à latitude e variação do regime de chuvas. Denominando-a de “Mata Úmida Subtropical Perenifólia isoladamente misturada com árvores decíduas”, definem a Serra do Mar como seu provável limite oriental e o rio Paraná como limite ocidental.

No Inventário Florestal Nacional (IBDF, 1984, p. 65), a formação foi reconhecida como “Floresta Subcaducifólia Subtropical”. Já no sistema de classificação proposto por FERNANDES (1994, p. 29), baseado novamente no caráter climático a que a vegetação está submetida, esta formação enquadrar-se-ia como “Arboreto Climático Estacional Semicaducifólio Xeromorfo”.

Denominaram esse conjunto vegetacional como “Floresta Estacional Semidecidual”. Ao propor um sistema de classificação para as formações vegetacionais do sul do Brasil, Leite denominou-a de “Floresta Estacional Semidecidual Subxérica”; a formação estaria submetida a um clima com curto período seco, mais úmido e fresco que o do Cerrado ou da região do Chaco e menos frio e chuvoso que o da Floresta Ombrófila Mista, sendo sua ocorrência limitada à porção leste da bacia do rio Paraná, na área compreendida entre os rios Paranapanema e Iguaçu. (LEITE, 1990, p.42 e VELOSO *et al* 1991, p.34).

Para a Floresta Estacional Semidecidual apresentaria 4 sub-formações estabelecidas a partir da relação entre latitude e altitude de sua área de ocorrência (admitindo duas ou três combinações desses fatores para uma mesma sub-formação) ou de seu estabelecimento às margens de cursos fluviais. Os gradientes altitudinais adotados por estes autores seriam responsáveis pela heterogeneidade fisionômica da formação. Assim, temos no Brasil Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, Aluvial, Submontana e Montana, sendo que destas a de Terras Baixas e Montana não ocorrem no Paraná. A Submontana estende-se do Espírito Santo ao norte e sudoeste do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul, apresentando como elementos caducifólios, isto é, do estrato arbóreo superior, representantes dos gêneros *Cedrela*, *Parapiptadenia*, *Astronium*, e *Peltophorum* e, como espécie diagnóstica nos estados de São Paulo e Paraná, a peroba-rosa, *Aspidosperma polyneuron*.

As espécies comuns da Floresta Estacional Semidecidual no Paraná segundo os autores acima citados são o palmito (*Euterpe edulis* – Arecaceae), vários tipos de canelas (*Ocotea* spp. e *Nectandra* spp. – Lauraceae), pau marfim (*Balfourodendron riedelianum* – Rutaceae), peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* – Apocynaceae), canafistula (*Peltophorum dubium* – Caesalpiniaceae), sapuva (*Machaerium stipitatum* – Fabaceae), timbuva (*Enterolobium contortisiliquum* – Mimosaceae), cabreúva (*Myrcarpus frondosus* – Fabaceae), angico (*Parapiptadenia* sp. – Mimosaceae), alecrim (*Holocalyx balansae* – Caesalpiniaceae), cajarana (*Cabralea canjerana* – Meliaceae), cedro-rosa (*Cedrela fissilis* – Meliaceae), jerivá (*Syagrus romanzoffiana* – Arecaceae), além de vários representantes de Myrtaceae (*Eugenia* spp., *Hexachlamys* spp., *Campomanesia* spp.), Melastomataceae (*Miconia* spp.), Euphorbiaceae (*Actinostemon concolor*, *Alchornea* spp.) e Meliaceae (*Trinchilia* spp.). (VELOSO *et al*, 1991, p.37).

Segundo SEMA (2008, p.11), a área de abrangência da Floresta Estacional Semidecidual é de 37,3% do território paranaense.

2.2. 8 A Interdependência entre a Água e as Florestas

Aristóteles no século IV antes de Cristo afirmou: “sem água não há vida”. Existe uma estreita relação entre a quantidade, a qualidade dos recursos hídricos e a sobrevivência do homem no Planeta. Essa relação está sendo mais percebida à medida que os desequilíbrios relacionados à qualidade e à disponibilidade dos recursos hídricos são mais intensos.

De acordo com os dados de SEMA (2008, p. 2), “o Brasil abriga entre 10 e 20% de toda a riqueza de espécies animais e vegetais do mundo e é campeão das águas doces: 12% das águas superficiais da Terra”.

A quantidade das águas influencia diretamente na biodiversidade - termo usado para designar a diversidade de formas de vida. As características do meio exigem

adaptações entre todos os seres vivos. Alguns se mostram mais dinâmicos e outros extremamente específicos. Apesar das primeiras formas de vida terem sido originadas na água, essa dependência foi tornando-se bilateral. Percebemos essa relação nas coberturas vegetais originais, situadas nas nascentes de córregos e rios, que garantem o fluxo das águas em volume e qualidade.

Entre a floresta e o ecossistema aquático existe uma relação de interdependência. A degradação ou escassez de um perturba profundamente a existência e a qualidade do outro. A floresta desempenha importantes serviços hidrológicos. A cobertura florestal em uma bacia hidrográfica contribui decisivamente para regularizar a vazão dos cursos d'água, aumentar a capacidade de armazenamento de água nas microbacias, reduzir a erosão, diminuir os impactos das inundações e manter a qualidade da água.

As florestas proporcionam: a conservação da biodiversidade, alternativas econômicas de exploração sustentável da biota, educação e pesquisa científica, desfrute de belezas cênicas, turismo e lazer, além de contribuir para a redução do efeito estufa, através da captura do carbono atmosférico.

A cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia no solo, melhorando os processos de infiltração e armazenamento da água, além de diminuir o escoamento superficial. Influência esta que no todo conduz à diminuição do processo erosivo. Nessa ação protetora da floresta, é muito importante a participação da vegetação herbácea e da manta orgânica, que normalmente recobrem o solo florestal, as quais desempenham papel decisivo na dissipação da energia das gotas das chuvas, cujo impacto com a superfície do solo dá início ao processo de erosão.

De acordo com SEMA:

Os efeitos das chuvas e enxurradas sob solos desprotegidos provocam um efeito dominó de erosões, assoreamentos, alterações na qualidade das águas e reduções de vazão em cursos d' água em períodos de seca. Para cuidar melhor desses recursos e, considerando as particularidades ecológicas de cada região, uma estratégia de ação foi definida: o sistema SEMA estabeleceu como unidade de planejamento a bacia e as micro-bacias hidrográficas, que são áreas definidas por relevos e proporcionam a captação de águas que escoam superficialmente para um rio ou afluentes deste rio.

A água de chuva que precipita sobre uma mata, segue dois caminhos: volta à atmosfera por evapotranspiração ou atinge o solo, através da folhagem ou do tronco das árvores. Na floresta, a interceptação da água acima do solo, garante a formação de novas massas atmosféricas úmidas, enquanto a precipitação interna, através dos pingos de água que atravessam a copa e o escoamento

pelo tronco, atinge o solo e o seu folheto. De toda a água que chega ao solo, uma parte tem escoamento superficial, chegando de alguma forma aos cursos d'água ou aos reservatórios de superfície. A outra parte sofre armazenamento temporário, por infiltração no solo, podendo ser liberada para a atmosfera através da evapotranspiração, manter-se como água no solo por mais algum tempo ou percolar como água subterrânea. De qualquer forma, a água armazenada no solo, que não for evapotranspirada, termina por escoar da floresta paulatinamente, compondo o chamado deflúvio, que alimenta os mananciais hídricos e possibilita os seus múltiplos usos.

Resumidamente, dependendo da região e do tipo da floresta, em média, dos 100% da água que cai sobre a floresta, 56 % retorna à atmosfera pela interceptação da copa das árvores, pela transpiração da vegetação e pela evaporação e transpiração da cobertura do solo; 17% escoam superficialmente e 27% escoam sub-superficialmente e infiltram no solo abastecendo as águas subterrâneas. (SEMA, 2008, p 3-4).

2.3. POLÍTICAS DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARANÁ

A política ambiental do atual governo do estado do Paraná foi construída com o objetivo de reverter o quadro histórico de degradação ocorrido em seu território, que nos últimos 150 anos ocasionou a perda de 87,70% da cobertura vegetal do estado.

Nesse contexto, essa política tenta aliar o desenvolvimento econômico à preservação ambiental. As diretrizes estaduais de planejamento foram reorientadas e, atualmente, estão voltadas ao desenvolvimento sustentável, priorizando a transversalidade entre as ações de todo o governo e a participação social.

A busca pela conservação da biodiversidade nos ecossistemas do Paraná está entre as principais ações do governo Estadual, que utiliza instrumentos de controle da qualidade ambiental - mediante a gestão, proteção e recuperação dos recursos naturais.

A organização e o gerenciamento dos limites de uso e ocupação do solo no território paranaense estão orientando as decisões e programas de governo sobre o uso dos recursos naturais. O Zoneamento Ecológico e Econômico a ser desenvolvido no Paraná fará com que as questões ambientais sejam incorporadas no planejamento de atividades sociais e econômicas como a exploração agrícola, construção de infraestrutura viária e instalação de novos complexos industriais.

Os resultados obtidos pelo Governo do Paraná relacionados à gestão dos recursos hídricos e atmosféricos, biodiversidade e florestas, resíduos sólidos, controle e monitoramento ambiental, saneamento ambiental, gestão territorial e educação

ambiental se devem à parceria entre instituições públicas, privadas, organizações não-governamentais (ONGs) e à sociedade paranaense.

O Governo do Paraná propõe que o Estado retome o seu papel na formulação de políticas públicas em defesa do meio ambiente. Estado e movimentos populares, com a colaboração de empresários que tenham despertado sua consciência para o problema poderão - de forma solidária e parceira - oporem-se às forças contrárias à civilização e contra a permanência do homem sobre o planeta Terra.

Visando atingir esses objetivos, as principais políticas ambientais visam manter a qualidade dos recursos naturais por meio de ações concretas desenvolvidas por programas específicos do planejamento, do monitoramento e da fiscalização. Nos itens a seguir são relatados as principais ações desenvolvidas no Estado com esses propósitos.

2.3.1 Políticas de Planejamento e Gestão Ambiental

a) Agenda 21

A Agenda 21 é um instrumento de planejamento participativo, com o compromisso maior de articular um plano de ação a ser viabilizado pelo governo e a sociedade. Constitui-se na mais abrangente tentativa de orientar um novo padrão de desenvolvimento para o século 21, estabelecendo limites e atitudes para assegurar a vida no planeta, através da preservação do patrimônio natural e da melhoria da qualidade de vida das populações. As ações da Agenda 21 local é coordenada pela SEMA.

b) Zoneamento Ecológico Econômico

O Programa Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE Paraná é o principal instrumento de planejamento territorial do estado do Paraná, voltado ao desenvolvimento sustentável, visando o crescimento econômico garantindo a proteção, a conservação e a recuperação dos recursos hídricos, do solo e a da diversidade biológica. Utiliza como ferramenta o mapeamento das fragilidades e potencialidades ambientais e econômicas, adotando medidas e padrões de proteção ambiental e

desenvolvimento sustentável, devendo se configurar como referencial na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas.

c) Programa Mata Ciliar

O Programa Estadual de Recuperação de Mata Ciliar tem como meta a recomposição da vegetação localizada às margens dos rios visando o plantio de 94 milhões de mudas de 64 espécies nativas diversificadas. Para produção das mudas foram construídos 410 viveiros, doados aos municípios para produção descentralizada de mudas. De acordo com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente a maioria dos rios do estado estão sendo beneficiados com o Programa, além de 100 microbacias hidrográficas com manancial de captação superficial para abastecimento público, margens dos reservatórios de usinas hidrelétricas, entorno de unidades de conservação e bacias dos rios que integram os corredores de biodiversidade. O Programa Mata Ciliar, desenvolvido pelo governo do Paraná, está sendo considerado como um dos maiores programas do mundo de recomposição de matas ciliares.

d) Paraná Biodiversidade

O Projeto Paraná Biodiversidade desenvolvido pelo Governo do Estado do Paraná, com o apoio financeiro do GEF - Fundo Mundial para o Meio Ambiente, através do Banco Mundial, teve como objetivo principal conectar remanescentes florestais construindo os chamados "corredores ecológicos" ou "corredores de biodiversidades". A iniciativa previu a recuperação da biodiversidade nos corredores (i) Araucária, (ii) Iguaçu - Paraná e (iii) Caiuá - Ilha Grande, escolhidos pela importância estratégica de remanescentes de ecossistemas originais do Paraná, localizados principalmente em Unidades de Conservação.

O desenvolvimento de ações nas ecorregiões da Floresta Ombrófila Mista e da Floresta Estacional Semidecidual está embasado no envolvimento da sociedade no processo de construção de novos modelos de produção. A formação dos corredores da biodiversidade e adoção de sistemas de fiscalização e controle mais eficientes tem auxiliado na conservação e conexão da diversidade biológica local.

e) Proteção da Floresta Atlântica - PróAtlântica

O Projeto Pró-Atlântica, realizado através de Cooperação Bilateral entre o Brasil e a Alemanha, pelo Banco KFW, visa a proteção da Floresta Atlântica em sua área de abrangência, aproximadamente 11 mil km² de extensão. Esse trecho inclui a Serra do Mar, planície litorânea e Vale do Ribeira, totalizando 15 municípios. Em sua fase final de execução, esse Projeto viabilizou um amplo sistema de monitoramento da ocupação do território litorâneo mediante a compra de veículos e equipamentos para o uso dos funcionários do Instituto Ambiental do Paraná e da Força Verde nas atividades de licenciamento e fiscalização.

Outras melhorias alcançadas com o Projeto referem-se à infra-estrutura e equipamentos de apoio à gestão de 04 unidades de conservação abrangidas pelo Programa: a Área Especial de Interesse Turístico do Pico do Marumbi - AEIT Marumbi, o Parque Estadual das Lauráceas e a Estação Ecológica do Guaraguaçu, localizados no litoral paranaense. O programa está garantindo a minimização da degradação ambiental e proporcionando a conservação biodiversidade local.

f) Programa Desperdício Zero

A Política Estadual de Meio Ambiente voltada à redução de resíduos gerados pela população é desenvolvida mediante a implantação do Programa de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná - Desperdício Zero que visa, principalmente, a eliminação de 100% dos lixões existentes nos municípios paranaenses, e a redução de 30% dos resíduos gerados. Essas metas poderão ser alcançadas com a participação da sociedade e o desenvolvimento de ações que objetivem a mudança de atitude, hábitos de consumo, combate ao desperdício, incentivo a reutilização, reaproveitamento dos materiais potencialmente recicláveis.

Incluem-se nesse Programa as ações desenvolvidas com o meio empresarial visando implantar ações de reutilização de resíduos na fabricação de materiais e utensílios como papeis e aquecedor solar.

2.3.2 Políticas de Integração e Ações Conjuntas

a) Programa Nacional do Meio Ambiente III – PNMA III

A terceira fase do Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA) - desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, para ampliar as políticas públicas e aperfeiçoar a legislação ambiental nos estados, começa a ser desenvolvido pela SEMA. A primeira e a segunda fases do PNMA no Paraná, executadas de 1991 a 2008, tiveram a água como foco principal. Nessa terceira fase a prioridade será para ações voltadas ao licenciamento ambiental no Paraná. A determinação é do Banco Mundial, patrocinador do Programa junto ao Governo Federal. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, há informações importantes que são perdidas ao longo dos processos de licenciamento e, por isso, é necessário normatizar o fluxo de licenciamentos, incluindo o monitoramento pós-licença e o estabelecimento de indicadores para a avaliação das políticas públicas.

Segundo SEMA:

Serão investidos U\$\$ 22,6 mil para o desenvolvimento da terceira fase do PNMA no conjunto dos 4 estados que serão contemplados com o Programa. Como o Programa permite a continuidade Projetos em desenvolvimento, no Paraná, o Programa Mata Ciliar e a Gestão das Bacias Hidrográficas estão entre os projetos prioritários. (SEMA, 2009, página no site oficial).

b) Mudanças Climáticas

A SEMA coordena o Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais, instituído em 2005, que congrega instituições governamentais, setor produtivo, sociedade civil e academia e tem como seus principais objetivos: (i) elaborar política de Mudanças Climáticas para o estado do Paraná; (ii) promover discussões e ações de conscientização dos problemas relacionados às mudanças climáticas e, (iii) catalisar ações de forma transversal para fazer frente às mudanças climáticas com a participação de diferentes setores da sociedade.

Para atender a essa demanda, a SEMA criou uma Coordenadoria que visa implementar ações para contribuir com a redução de emissões de gás efeito estufa e apoiar técnica e administrativamente o Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas.

2.3.3 Políticas de Gestão e Conservação dos Recursos Hídricos

A Lei Estadual 12.726/99, baseada na Lei Federal 9.433/97, instituiu a nova Política e Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cujos objetivos principais são: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água com qualidade adequada para seu uso; promover o uso racional e integrado dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável, a preservação e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, quer sejam de origem natural, quer decorrentes do uso inadequado, não só das águas, mas também dos demais recursos naturais. Os Planos – Estadual e de Bacias – de Recursos Hídricos são os instrumentos para a consecução dos objetivos da Lei.

a). Gestão por Bacia Hidrográfica

O conceito de gestão do meio ambiente e do território tendo como base territorial os limites das bacias hidrográficas foi incorporado às políticas públicas estaduais. Tal política depara-se com dificuldades em trabalhar com informações cujo recorte tradicionalmente é o político administrativo de estado e municípios. A difícil sobreposição de análises sociais e econômicas na territorialidade natural tem levado às equipes técnicas do Governo um esforço adicional na tentativa de buscar, tanto ao nível de diagnóstico quanto de implementação de políticas públicas, o território da bacia hidrográfica como o recorte para o planejamento e a gestão no Estado.

b) Planos de Recursos Hídricos

A elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos e dos Planos de Bacias visa o planejamento, consolidando e implementando ações de gestão dos recursos hídricos e unificando ações públicas e privadas na obtenção e manutenção da qualidade dos recursos hídricos. A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e o Ministério Público promovem a elaboração, pelos municípios, dos Planos Municipais de Gestão dos Recursos Hídricos, visando executar no âmbito local estratégias de preservação da qualidade ambiental. O Plano Estadual de Recursos

Hídricos está em fase final de elaboração e será submetido à avaliação da sociedade civil.

c) Programa Pró-Saneamento

O Programa Pró-Saneamento, executado pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, tem como objetivo combater a erosão do solo mediante a construção de obras de drenagem. O Programa inclui a construção de aterros sanitários e a perfuração de poços tubulares artesianos para abastecimento público de água. Esse Programa prevê também ações que compreendem a realização de estudos e projetos para a execução de obras de drenagem para o controle de erosão e enchentes, contenção de encostas e erosão marinha, aterros sanitários e poços tubulares artesianos para abastecimento de água, recuperação de áreas degradadas, construção de barragens e instituição de áreas para a contenção de cheias no Estado.

d) Instituto Paranaense das Águas – Ipaguas

O Ipaguas é uma autarquia vinculada à Secretaria de Meio Ambiente, em processo de criação para substituir a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental SUDERHSA com o objetivo principal de instituir a gestão pública das águas. O Instituto fortalecerá e reestruturará o sistema estadual de gerenciamento dos recursos hídricos.

O processo de criação do Instituto encontra-se em fase aprovação pela Assembléia Legislativa. O Instituto será o responsável pelo monitoramento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, difusão de informações, elaboração e implantação dos planos de bacias hidrográficas, funcionamento dos comitês de bacias. O Instituto atuará de forma integrada com setores que demandam recursos hídricos em seus processos - como na agricultura e na indústria.

O Ipaguas deverá realizar a interação com as demais políticas públicas, especialmente com as recentes diretrizes nacionais para o saneamento básico. O projeto ainda prevê, em seu artigo 6º, a transferência ao instituto das atribuições, cargos e servidores da Suderhsa. A criação do instituto vai possibilitar a interação entre

a política de saneamento, - estabelecida pela lei federal nº 11.445 – e política de recursos hídricos.

Conforme o Projeto de Lei de criação do Instituto, o Ipaguas atuará regionalmente com os planos, gerências e comitês de bacias hidrográficas. O Ipaguas terá como atribuição ainda o controle do uso das águas superficiais e subterrâneas com a fiscalização em campo executados pelas gerências de bacias em parceria com a Polícia Ambiental.

2.3.4 Políticas de Monitoramento e Controle Ambiental

a) Indicadores de Sustentabilidade Ambiental

A construção de indicadores de qualidade de vida, com base em dados ambientais, permitirá avaliar e monitorar o uso e a ocupação do solo, considerado o recorte territorial das bacias hidrográficas como unidade de planejamento. A elaboração e consolidação de indicadores de sustentabilidade ambiental são integrantes da política ambiental do Estado do Paraná, como forma de avaliação das ações do estado e da sociedade civil sobre o meio ambiente. Tal atividade encontra-se em andamento, sob a coordenação da SEMA e da Secretaria de Estado do Planejamento – SEPL.

b) Fiscalização Ambiental

O Projeto Força Verde instituiu o desenvolvimento de ações conjuntas entre órgãos do Estado para atuar na fiscalização e prevenção às infrações contra o meio ambiente e proteção às áreas de conservação. Recebe recursos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente visando a manutenção do policiamento de Meio Ambiente para dar cumprimento aos dispositivos legais de proteção ao meio ambiente em todo o Estado do Paraná.

2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Sistema de Informações Geográficas - SIG é uma ferramenta computacional que permite a espacialização de informações, facilitando a compreensão de um fenômeno em relação a um determinado território.

O planejamento do uso e da ocupação territorial pode se valer dessa importante ferramenta operacional uma vez que os SIGs se mostram muito eficientes ao apresentar resultados para gestão ambiental e nas estruturas de comando e controle. No município de Matinhos, litoral paranaense, a construção do Plano Diretor se valeu dessa ferramenta possibilitando coletar e tratar uma gama variada de dados e informações. De acordo com LEAL:

O Sistema de Informações Geográficas - SIG é uma ferramenta que auxilia na análise de dados espaciais, oferecendo alternativas para o entendimento do meio físico, assim como a possibilidade de planejamento desse espaço. Um Sistema de Informação permite ao usuário coletar, manusear, analisar e exibir dados referenciados espacialmente. Um SIG pode ser visto como a combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos, que operam de forma harmônica para produzir e analisar informação geográfica.

Assim, o programa de SIG a ser utilizado será basicamente o ArcView, que dispõe, entre outras possibilidades, tornar fácil a criação de mapas e a incorporação de seus dados a eles, acessar registros de bases de dados existentes e visualizá-los nos mapas, além de facilitar a integração de dados e trabalhar com eles geograficamente. Trabalhar geograficamente possibilita entender relacionamentos entre as forças que governam os negócios atuais. Dessa forma, o ArcView possibilita uma melhor decisão e tem o poder necessário para resolver problemas mais rapidamente. O Sistema de Informações Geográficas a ser implantado em Matinhos abrangerá 03 aspectos principais: Caráter Informativo Local, Caráter Informativo Geral e Caráter de Planejamento. (LEAL *et al.* 2006, p.3).

Em função da quantidade de dados que geralmente envolve o cálculo e a análise de dados relacionados ao meio ambiente e, em especial aos recursos hídricos, a construção de um sistema de informações georreferenciadas é de vital importância. O banco de dados e sua manipulação devem ser estruturados de forma a permitir o maior número de usuários, conforme definição dos níveis de acessos, e como indica o Termo de Referência para a elaboração do ZEE-PR.

O banco de dados envolve as componentes cartográficas, descritivas – numéricas e documentais – textuais, sendo modelado considerando-se três grandes áreas: meio físico-biótico, dinâmica socioeconômica e organização

jurídico-institucional. Para a criação do banco de dados, deverá ser utilizado um Sistema de Informação Geográfica – SIG, correspondendo a um sistema para gerenciamento de informações que permite a entrada, armazenamento, transformação e saída de informações geográficas.

O sistema de informação geográfica - SIG desenvolvido deverá permitir: (i) a integração em uma única base de dados, as informações espaciais provenientes de diversas fontes tais como dados cartográficos, dados censitários, dados de cadastro urbano e rural, dados de imagens de satélite, dados de redes (drenagem, rodovias), dados de modelos numéricos de terreno; (ii) a combinação das várias informações através de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados; (iii) a análise integrada de informações; (iv) a consulta, a recuperação, a visualização e o desenho do conteúdo da base de dados geocodificados; e (v) a consulta seletiva, por usuários externos, ao sistema de informações.

O banco de dados a ser construído deverá apresentar três requisitos importantes: a eficiência (acesso e modificações de grande volume de dados), a integridade (controle e acesso por múltiplos usuários) e a persistência (manutenção por longo tempo). Sua organização deverá armazenar os atributos convencionais dos objetos geográficos (na forma de tabelas) e arquivos para guardar as representações geométricas destes objetos. Deverá ser fornecida uma nomenclatura padrão para os objetos do banco de dados, incluindo um sistema de nomeação de variáveis que permita a imediata identificação de seu conteúdo e tema de referência. (ITCG, 2007, p. 41).

2.4.1 Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos

No Paraná, a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos é de competência da SUDERHSA. Para o Gerenciamento dessas atividades foram criados 2 instrumentos: (i) Sistema de Informações Hidrológicas – SIH; e (ii) o Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos.

Sistema de Informações Hidrológicas:

Estações de Monitoramento - com o cadastro das estações.

As Estações são classificadas como: (i) No curso d'água, subdivididas em F (fluviométricas), FR (fluviográficas), Q (qualidade de água) e S (sedimentométrica); e (ii) Fora do curso d'água, subdivididas em P (pluviométricas), PR (pluviográficas), E (evaporimétricas) e C (climatológicas); podem ser automáticas e possuírem transmissão via telefone, rádio ou satélite, sendo então denominadas T (telemétricas).

As informações disponíveis são: Código nacional, tipo de estação, rio, município, data de instalação, data de extinção, localização, acesso, entidade operadora, Descrição, Observadores, RN, lances de réguas.

Pluviometria: dados de precipitação pluviométrica, coletados a partir de pluviômetros ou pluviógrafos (aparelho registrador automático). Os dados disponíveis são: alturas de chuva (mm), índices pluviométricos (mm/h).

Fluviometria: dados relativos à situação dos rios, sendo observados em réguas limimétricas ou coletados em linígrafos (aparelho registrador automático). O dado disponível é o nível de água dos rios (m).

Sedimentometria: dados relativos à quantidade de matéria sólida em movimento junto à massa líquida. O material pode estar sendo transportado em suspensão ou por arraste, ou ainda compor o leito do rio. Os dados disponíveis neste caso são: (i) concentração de sedimentos em suspensão (mg/l); (ii) granulometria de material em suspensão (%/ diâmetro); (iii) granulometria de material de fundo (%/ diâmetro) ; e (iv) granulometria de material de arraste (%/ diâmetro).

Cota – Vazão: para se obter a série histórica de vazões de um rio, observa-se os níveis de água do mesmo, transformando-se estes valores em vazão pela seu correspondente valor na tabela cota – vazão. Todos os projetos de hidráulica são baseados em estatísticas de vazão, à exceção de projetos de navegação que usam níveis e profundidades dos rios. Os dados disponíveis são: tabela cota (m) x vazão (m³/s).

Medição de Descarga: valores medidos da variação da massa d'água ao longo do tempo; as medições são correlacionadas com os respectivos níveis em que ocorreram, permitindo a elaboração das curvas de descarga, ou curvas chave, as quais dão origem a tabela cota – vazão. Os dados disponíveis no banco são: dados das medições de vazão, resultados (m³/s), resumo das medições.

Análise laboratorial: refere-se aos resultados das análises de amostras de água coletadas em campo e analisadas em laboratório. As informações disponíveis são: parâmetros analisados em amostras água.

Qualidade de Água: a partir dos resultados de laboratório e aplicando-se uma formula própria, calcula-se o índice IQA. Nem todas as estações possuem dados suficientes para cálculo do IQA, mas naquelas que possuem, os dados disponíveis são: Índice de Qualidade de Água – IQA e o parâmetros utilizados para cálculo dos IQA. são apenas para uso interno. Dentre os que podem ser acessados externamente relacionamos:

Estações de Monitoramento: cadastro das estações, a ser consultado por código, tipo, município, bacia hidrográfica, período de observação, entidade, rio, localidade;

Pluviometria: relatórios de alturas diárias, alturas mensais e anuais, totais mensais e anuais;

Fluviometria: relatórios de cotas, vazões diárias, vazões mensais e anuais, permanência de vazões;

Sedimentometria: relatório de concentração simples e detalhada; curvas granulométricas de material em suspensão, fundo e arraste;

Medição de descarga: resumo de medições de vazão, por estação;

Cota – vazão: tabela cota x vazão;

Análise laboratorial: relatório de análises de amostras de água;

Qualidade de água: relatórios simples e detalhados, IQA. (SUDERHSA, 2009, página no *site* oficial).

Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos:

O Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos gerencia a coleta, o tratamento, o armazenamento, a recuperação e a disseminação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

No Estado do Paraná o Sistema Estadual de Informações, desenvolvido pela SUDERHSA, é denominado Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos e foi implantado em 2002.

Este sistema é um sistema de informações geográficas (SIG), ou seja, representa as informações espacialmente, através de mapas, associando-as a um lugar geográfico.

Os sistemas de informações anteriormente existentes na SUDERHSA, após a implantação do SIG para gestão de recursos hídricos, passaram a funcionar de maneira integrada, utilizando o mesmo banco de dados. Os sistemas são:

CRH - Cadastro de usuários/Outorgas: cadastro das captações de água bruta superficial e subterrânea e dos lançamentos de efluentes nos corpos de água. Este cadastro define o universo dos usuários de recursos hídricos, e subsidiará a cobrança pelo uso da água. Gerencia o processo de solicitação de outorga e armazena informações dos usuários de recursos hídricos.

Informações Hidrológicas: cadastro das estações de monitoramento de pluviometria, fluviometria, qualidade da água e sedimentometria, contendo séries históricas de medições. Armazena, manipula e gerencia dados hidrológicos de cerca de 1.800 estações, como cotas, precipitações, sedimentos, seções transversais, medições de descarga, curvas-chave, análises laboratoriais, índice de qualidade da água e histórico dos postos hidrométricos.

ICMS Ecológico: gerencia o processo de cálculos dos índices de qualidade da água e verba a ser repassada aos municípios.

No desenvolvimento deste sistema foi realizado, também, um voo aerofotogramétrico colorido na escala 1:30.000 (junho de 2000), restituição aerofotogramétrica das áreas rurais na escala 1:10.000 e mapeamentos temáticos na escala 1:20.000 para a bacia do Alto Iguaçu, a qual abrange Curitiba e municípios limítrofes, como estudo de caso. Para compor a restituição aerofotogramétrica na escala 1:10.000, foram utilizados dados de restituições existentes de outros órgãos como PARANACIDADE e IPPUC, para as áreas urbanas.

Para o restante do Estado foram escaneadas as cartas do IBGE e exército na escala 1:50.000 para serem utilizadas como referência.

O sistema possui ferramentas para a publicação de mapas e relatórios, análises, cruzamentos entre temas, delimitação automática de bacias hidrográficas, dentre outras. (SUDERHSA₂, 2009, página no *site* oficial).

2.5. ÍNDICES, INDICADORES E PARÂMETROS

A construção de um sistema de avaliação de um fenômeno depara-se com a oportunidade de lidar com uma seleção de fatos, dados e informações, que no todo ou na individualização, necessitam de ser sistematizados, comparados ou agrupados, visando um método de análise do fenômeno ou de ações. Para essa tarefa se faz necessário o manuseio de parâmetros, indicadores e índices que se relacionam, visando uma melhor compreensão dos assuntos avaliados. Nesse sentido, buscamos alguns conceitos sobre esses termos, conforme descritos abaixo.

2.5.1 ÍNDICES

Segundo o Dicionário, o termo índice tem origem no latim *indice*, com os significados:

1. Lista detalhada dos assuntos, nomes de pessoas, nomes geográficos, acontecimentos, etc. (entradas), ordenados normalmente por ordem alfabética, com indicação de sua localização na publicação em que aparecem; (...) 4. Tabela, relação, lista. 5. Relação entre os valores de qualquer medida ou gradação. (...) 7. Numa divisão ou gradação, objeto móvel que fornece indicação. 8. Tudo aquilo que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial. (...) 10. Estat. Número adimensional, ou não, que pode servir para a comparação de fenômenos aleatórios em tempos ou situações diversas; número-índice. 11. Mat. Símbolo numérico ou literal que se associa a outro para caracterizar um novo símbolo. (...) (Dicionário Aurélio, 1987, p. 937).

GARCIAS, ao trabalhar com indicadores de sustentabilidade urbana diz: “entende-se por indicador aquela informação que explicita o atributo que permite a qualificação das condições dos serviços, e por Índice o parâmetro que mede o indicador, atribuindo-lhe valores numéricos”, (GARCIAS, 1999, p. 12).

De acordo com CEFET – RN :

Os índices permitem resumir todos os valores dos parâmetros medidos em um único número. Índices: números resultantes da síntese de vários parâmetros. Índice de Qualidade de Águas: indica a relativa qualidade da água em pontos geográficos e/ou ao longo do tempo. (CEFET – RN, 2008, *slide* 02).

2.5.2 INDICADORES

A definição de indicadores ambientais tem como objetivo compor um método para a avaliação de desempenho da política pública de meio ambiente. Os Indicadores constituem-se em instrumentos de mensuração, que devem ser adequados a realidade ambiental e socioeconômica da região a ser avaliada.

O termo indicador, segundo o Dicionário Aurélio (1987, p. 936-937), significa “que indica”. Origina-se do termo latim *indicare*, verbo que significa apontar. Em português, indicar está relacionado aos conceitos de “demonstrar, revelar, denotar, apontar, enunciar, expor, mencionar, esboçar, determinar, estabelecer, aconselhar, lembrar”.

DEPONTI *et al* (2002, p. 45) entende indicador “como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema”.

A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1993, p.8) definiu indicadores ambientais como sendo: "parâmetro ou valor calculado a partir de parâmetros dando indicações ou descrevendo o estado de um fenômeno do meio ambiente ou de uma zona geográfica, que tenha alcance superior à informação diretamente dada pelo valor do parâmetro".

Os Indicadores são dados que permitem quantificar, qualificar ou mensurar algum elemento desejado, facilitando a compreensão dos dados, melhorando a qualidade de pesquisas. "Os indicadores são fundamentais para tomadores de decisão e para a sociedade, pois permitem tanto criar cenários sobre o estado do meio quanto aferir ou acompanhar os resultados de uma decisão tomada" (FRANCA, 2001; SANTOS, 2004, apud REZENDE & DIAS, p. 3).

Ao considerar as empresas privadas BORNHOLT (1997, p. 36) define indicadores "como medidas de desempenho de ações e os resultados de um conjunto de pessoas, de maneira a contemplar o valor e o custo de produção, classificando os indicadores em essencial, importante e desejável". Ao se considerar as empresas públicas, a definição de indicadores ambientais tem como objetivo compor um método para a avaliação de desempenho da política pública de meio ambiente.

Segundo GALLOPIN:

Os indicadores, num nível mais concreto, devem ser entendidos como variáveis. Uma variável é uma representação operacional de um atributo (qualidade, característica, propriedade) de um sistema. A variável não é o próprio atributo ou atributo real, mas uma representação, imagem ou abstração deste. O quão próximo esta variável se aproxima do atributo próprio ou reflete o atributo ou a realidade, e qual o seu significado ou qual a sua significância e relevância para a tomada de decisão, é consequência da habilidade do investigador e das limitações e propósitos da investigação. Desta forma, qualquer variável e consequentemente qualquer indicador, descritivo ou normativo, tem uma significância própria. A mais importante característica de indicador, quando comparado com os outros tipos ou forma de informação, é a sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. Para ser representativo neste sentido o indicador tem que ser considerado importante tanto pelos tomadores de decisão quanto para o público. (GALLOPIN, 1996, p.102).

O objetivo principal dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. "Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação" (BELLEN, 2002, p.16).

2.5.3 PARÂMETROS

Segundo o Dicionário, a definição matemática para parâmetro é:

[De par(a)- + metro] 1. Variável ou constante a qual, numa relação determinada ou numa questão específica, se atribui um papel particular e distinto do das outras variáveis ou constantes. (...) Dicionário Aurélio (1987, p. 1267).

No Dicionário de Português, encontramos os seguintes conceitos para parâmetro:

Em uma expressão ou equação, letra distinta da variável, cujo valor numérico pode ser fixado arbitrariamente. / Grandeza mensurável que permite apresentar, de forma mais simples, as características principais de um conjunto estatístico. // Parâmetro de uma parábola, distância de seu foco à sua diretriz. / Elemento importante a levar em conta, para avaliar uma situação ou compreender um fenômeno em detalhe. / Informática: Valor, opção, denominação ou característica que o usuário acrescenta ou altera, ao executar comando, a fim de modificá-lo ou ajustá-lo. (Quando não se indica um parâmetro, o programa decide por uma escolha automática [opção de máquina].) (DICIONÁRIO DE PORTUGUÊS, 2009, página do *site* oficial).

Assim, os conceitos e definições são baseados nos objetivos e funções que representam cada indicador ou índice. Entende-se por indicador aquela informação que explicita o atributo que permite a qualificação das condições dos serviços; índice é o conjunto de valores que mede o indicador, atribuindo-lhe valor numérico. O índice tem referência, sendo a medida em relação a um determinado referencial daquele indicador, obtido ou desejado em um determinado caso. Parâmetros são os componentes de cada indicador ou atividade. E ainda, tem-se que as unidades de medidas são dimensões que medem os parâmetros.

2.6. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Os indicadores de sustentabilidade ambiental são instrumentos de planejamento e gestão territorial podendo ser largamente utilizado para direcionamento de políticas públicas assim como de avaliação das mesmas. Vários países possuem um sistema de indicadores que possibilitem avaliar as condições locais, e especialmente avaliar as condições de suporte dos ecossistemas. Para cada realidade estrutura-se um conjunto

de dados que possam ser agrupados e analisados de forma criteriosa, compondo um indicador de impacto negativo ou positivo sobre o ambiente considerado.

No Brasil, o IBGE, elaborou as primeiras publicações sobre Indicadores, sendo a primeira edição em 2002, a segunda em 2004 e a terceira em 2008. A estruturação geral baseia-se na proposta da CDS-ONU de 1996. Na publicação Indicadores de Desenvolvimento Sustentado do IBGE (2002) foram apresentados 50 indicadores e na edição posterior de 2004 são colocados um total de 59 indicadores, decorrentes de novas inclusões e atualizações. Nessas publicações, os Indicadores têm como base territorial as Unidades da Federação e as informações estão agrupadas e organizadas em quatro dimensões: Ambiental, Social, Econômica e Institucional, abrangendo temas como Atmosfera, Terra, Oceanos, Mares e Áreas Costeiras, Biodiversidade, Equidade, Saúde, Educação, População, Habitação, Segurança, Saneamento, Estrutura Econômica, Padrões de Produção e Consumo e Estrutura e Capacidade Institucional. Essas publicações tornaram-se uma referência para a mensuração de desenvolvimento sustentável no País.

Deve-se salientar, no entanto, que do total de 59 indicadores, apenas 16 são referentes à dinâmica ambiental, sendo que isso pode ser atribuído ao fato de que os temas ambientais são mais recentes. Na publicação de 2004, o IBGE incluiu dois instrumentos, propiciando uma reflexão mais sistêmica do conjunto dos indicadores, sugerindo assim uma perspectiva mais integrada dos diferentes aspectos e dimensões que compõem o problema, quais sejam: (i) matriz de relacionamentos, que ilustra algumas das possíveis ligações existentes entre os diversos indicadores, e (ii) o resumo gráfico, que mostra, em conjunto, o principal gráfico de cada indicador numa mesma sequência de apresentação.

Na edição de 2008, o IBGE considera:

A partir da presente edição, os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável se sedimentam como uma contribuição aos tomadores de decisões ao apresentar, periodicamente, um panorama abrangente dos principais temas relacionados ao desenvolvimento sustentável no Brasil. (IBGE, 2008, p.8).

No Documento do IBGE (2008), os indicadores de sustentabilidade ambientais são estruturados em 4 dimensões: (i) Ambiental; (ii) Social; (iii) Econômica; e (iv)

Institucional. Para cada DIMENSÃO há estruturação de temas e indicadores apresentados nas Tabelas 02, 03, 04 e 05.

Tabela 02 – DIMENSÃO AMBIENTAL – IBGE 2008.

TEMAS	INDICADORES
ATMOSFERA	1. Emissões de origem antrópica dos gases associados ao efeito estufa 2. Consumo industrial de substâncias destruidoras da camada de ozônio 3. Concentração de poluentes no ar em áreas urbanas
TERRA	4. Uso de fertilizantes 5. Uso de agrotóxicos 6. Terras em uso agrossilvipastoril 7. Queimadas e incêndios florestais 8. Desflorestamento da Amazônia Legal 9. Área remanescente e desflorestamento na Mata Atlântica e nas formações vegetais litorâneas 10. Desertificação e arenização
ÁGUA DOCE	11. Qualidade de águas interiores (DBO e IQA)
OCEANOS, MARES E ÁREAS COSTEIRAS	12. Balneabilidade 13. Produção de pescado marítima e continental 14. População residente em áreas costeiras
BIODIVERSIDADE	15. Espécies extintas e ameaçadas de extinção 16. Áreas protegidas 17. Tráfico, criação e comércio de animais silvestres 18. Espécies invasoras
SANEAMENTO	19. Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico 20. Destinação final do lixo 21. Acesso a sistema de abastecimento de água 22. Acesso a esgotamento sanitário 23. Tratamento de esgoto

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008.

Tabela 03 – DIMENSÃO SOCIAL – IBGE 2008.

TEMAS	INDICADORES
POPULAÇÃO	24. Taxa de crescimento da população 25. Taxa de fecundidade 26. População e terras indígenas
TRABALHO E RENDIMENTO	27. Índice de Gini da distribuição do rendimento 28. Taxa de desocupação 29. Rendimento familiar per capita 30. Rendimento médio mensal
SAÚDE	31. Esperança de vida ao nascer 32. Taxa de mortalidade infantil 33. Prevalência de desnutrição total 34. Imunização contra doenças infecciosas infantis 35. Oferta de serviços básicos de saúde 36. Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado
EDUCAÇÃO	37. Taxa de escolarização 38. Taxa de alfabetização 39. Escolaridade
HABITAÇÃO	40. Adequação de moradia
SEGURANÇA	41. Coeficiente de mortalidade por homicídios 42. Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008.

Tabela 04 – DIMENSÃO ECONÔMICA – IBGE 2008.

TEMAS	INDICADORES
QUADRO ECONÔMICO	43. Produto Interno Bruto per capita
	44. Taxa de investimento
	45. Balança comercial
	46. Grau de endividamento
PADRÕES DE PRODUÇÃO E CONSUMO	47. Consumo de energia per capita
	48. Intensidade energética
	49. Participação de fontes renováveis na oferta de energia
	50. Consumo mineral per capita
	51. Vida útil das reservas minerais
	52. Reciclagem
	53. Coleta seletiva de lixo
	54. Rejeitos radioativos: geração e armazenamento

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008.

Tabela 05 – DIMENSÃO INSTITUCIONAL – IBGE 2008.

TEMAS	INDICADORES
QUADRO INSTITUCIONAL	55. Ratificação de acordos globais
	56. Existência de conselhos municipais
CAPACIDADE INSTITUCIONAL	57. Gasto com Pesquisa e Desenvolvimento - P&D
	58. Gasto público com proteção ao meio ambiente
	59. Acesso aos serviços de telefonia
	60. Acesso à internet

Fonte: Adaptado de IBGE, 2008.

O Documento expõe que:

A dimensão ambiental dos indicadores de desenvolvimento sustentável diz respeito ao uso dos recursos naturais e à degradação ambiental, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, considerados fundamentais ao benefício das gerações futuras. Estas questões aparecem organizadas nos temas atmosfera; terra; água doce; oceanos, mares e áreas costeiras; biodiversidade e saneamento.

O tema saneamento foi adicionado à lista original da CDS e reúne os indicadores relacionados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destino de lixo, os quais igualmente expressam pressões sobre os recursos naturais e envolvem questões pertinentes à política ambiental, além de terem forte influência na saúde e na qualidade de vida da população. O tema saneamento é um bom exemplo da interpenetração das dimensões quanto se toma com paradigma o Desenvolvimento Sustentável, cabendo seu enquadramento e análise também nas dimensões social, econômica e institucional.

Os temas ambientais são mais recentes e não contam com uma larga tradição de produção de estatísticas. Isto resulta numa menor disponibilidade de informações para a construção dos indicadores requeridos para uma abordagem mais completa. Nesta edição, além da atualização dos indicadores publicados em 2004, foi incorporado o indicador sobre a emissão de gases do efeito estufa, uma vez que foi divulgado pelo governo brasileiro o Inventário Brasileiro das Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções, por Sumidouros de Gases Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal, totalizando, assim, 23 indicadores ambientais. Permanecem, entretanto, algumas lacunas importantes entre as quais se destacam o uso da água, a erosão e a perda de solo. (IBGE, 2008, p. 12).

O Observatório de Sustentabilidade da Espanha (OSE) elabora publicações anuais desde 2005 com informações que se destinam a avaliar o progresso da sustentabilidade em Espanha. O enfoque metodológico para abordagem dos indicadores está na compreensão da lógica da sustentabilidade e o observatório tem como marco conceitual e de referência para a construção de seus indicadores e para a análise dos processos de sustentabilidade em Espanha, os princípios e objetivos do Desenvolvimento Sustentável adotado pela União Européia.

Na sua publicação *Sostenibilidad en España: Evaluación Integrada* (2006), em um grande esforço de síntese agrupa em 88 indicadores. Esses indicadores estão distribuídos em quatro blocos: (1) Indicadores de fluxos e uso de recursos; (2) Indicadores de sustentabilidade ambiental; (3) Indicadores de sustentabilidade econômica e social; (4) Indicadores de integração de ações para mudanças e processos de sustentabilidade. Ademais, além dos indicadores específicos, é feita uma

avaliação integrada, baseada nas inter-relações entre os distintos agrupamentos de indicadores ao longo do tempo.

Isso posto, pode-se afirmar que existem diversas metodologias para a construção de um sistema de avaliação de políticas públicas, mediante a estruturação de indicadores que possibilitem retratar a realidade dos recursos naturais e da intervenção humana no território.

2.6.1 Estudos para a Construção de Indicadores

Quando da realização do Fórum Econômico Mundial, um grupo de pesquisadores das universidades americanas de *Yale* e *Columbia*, lançou o Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA. Os esforços iniciaram-se no ano 2000, com a publicação da versão piloto e tiveram continuidade nos anos de 2001, 2002 e 2005.

O ISA é fundamentalmente o que é chamado um indicador sintético. Basicamente o método de elaboração do ISA, parte de 76 variáveis com as quais constrói 21 indicadores distribuídos em 5 temas ou dimensões, como pode ser visto na listagem abaixo: (i) Sistemas ambientais - refletem a qualidade do ar, solo, ecossistemas e água; (ii) Redução do estresses ambientais - verifica a diminuição dos níveis de poluição e exploração sobre os recursos naturais; (iii) Redução das vulnerabilidades humanas - verifica o acesso por parte da população aos meios de necessidades básicas, tais como alimentação, saúde e educação; (iv) Capacidade social e institucional - capacidade da sociedade e seus órgãos de representação, públicos e privados, em responder aos desafios ambientais; e (v) Responsabilidade global - nível de cooperação com outros países para gerenciar os problemas ambientais em comum.

Quando da utilização do ISA pelos diversos países no mundo é possível a comparação sobre a sustentabilidade ambiental no Planeta, podendo-se ainda: identificar questões onde o desempenho nacional está abaixo ou acima das expectativas; ajustar as prioridades de políticas públicas em países ou regiões; seguir as tendências ambientais; fazer avaliação quantitativa do sucesso de políticas e programas; e investigar as interações entre desempenhos ambientais e econômicos e dos fatores que influenciam a sustentabilidade ambiental.

As variáveis componentes do tema são de natureza diversa, passando desde a concentração de determinados poluentes ponderados pela população exposta, no caso do indicador de qualidade do ar, até o indicador sintético Pegada Ecológica, usado como variável primária do indicador sobre redução do lixo e pressões de consumo. A técnica empregada para agregação das variáveis é a soma ponderada com pesos iguais, ou seja, a média aritmética.

O índice foi construído com o intento de comparar o maior número possível de países. No entanto, se algum país não possuisse informações para a construção total de 45 variáveis, seria descartado do ISA. Em 2005, 146 países foram incluídos nessa análise.

De acordo com ARMINO & MULLER, MASER; ASTIER & LOPEZ-RIDAURA e MARZALL, a definição de indicadores deve levar em conta algumas características importantes:

- (i) ser significativo para avaliar um determinado sistema; (ii) ter validade, objetividade e consistência; (iii) ter coerência e ser sensível a mudanças no tempo e no sistema; (iv) ser centrado em aspectos práticos, fácil de entender e que contribua para a participação popular no processo de mensuração; (v) permitir enfoque integrador, fornecendo informações condensadas sobre vários aspectos do sistema; (vi) ser de fácil mensuração, baseado em informações facilmente disponíveis e de baixo; (vii) permitir ampla participação dos atores envolvidos na sua definição; e (viii) permitir a relação com outros indicadores, facilitando a interação entre eles. ARMINO & MULLER (1993, p. 49-50), MASER; ASTIER & LOPEZ-RIDAURA (2000, p. 47) e MARZALL (1999, p.38-39).

Um dos parâmetros que afeta diretamente a qualidade ambiental de um determinado território é o grau de interferência exercida no ambiente pela ação do homem. A porcentagem de área com vegetação nativa, ou do ecossistema original, em relação à área total pode demonstrar o desempenho das políticas públicas, caracterizando como um indicador.

Os dados referentes às áreas remanescentes com vegetação nativa são fornecidos pela SEMA por intermédio do Instituto Ambiental do Paraná - IAP, proveniente do monitoramento da cobertura vegetal do Estado, via satélite, com foto interpretação. Esses dados foram interpretados pelo IPARDES:

Os remanescentes da cobertura vegetal são a expressão máxima e sintética da biodiversidade dos ecossistemas, daí a importância da conservação dos seus

estoques naturais para garantir a perpetuação das diferentes formas de vida e recursos naturais associados a tais ambientes. É também um importante indicador devido a sua rápida resposta às pressões antrópicas recebidas, servindo como um sinalizador direto das alterações ambientais. As tendências de alterações ao longo do tempo são importantes sinalizadores da dinâmica de uso dos recursos naturais e de ocupação das terras, ou por atividade agrossilvopastoril ou, mais recentemente, pelos aglomerados urbanos. Este indicador demonstra a evolução da perda de cobertura vegetal original e a situação atual das áreas com cobertura vegetal original do Paraná. Para tanto, selecionaram-se os dados de cobertura vegetal original em períodos em que o Estado apresentava toda a sua área com a cobertura nativa original, seguidos dos períodos mais recentes de 1980 e 2001-2002. (IPARDES, 2007, p. 15).

Com base nesse estudo é possível medir o grau de alteração no ecossistema original e, a partir daí, construir padrões, metas ou situações desejáveis. Tais padrões, no caso do Paraná, estão em processo de construção, no nível institucional no âmbito estadual.

Em Minas Gerais, a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM elaborou Relatório utilizando um método que foi desenvolvido para a realidade de países em desenvolvimento e aplicado ao Estado de Minas Gerais. O marco referencial para o método desenvolvido contemplou os principais aspectos e impactos ambientais observados em Minas Gerais, que foram analisados segundo o método Pressão/Estado/Resposta, validado por experiências nacionais e internacionais.

Segundo o Relatório elaborado pela FEAM:

A uma meta de referência para o estabelecimento de padrão de desempenho para o indicador de ecossistemas originais, no caso de Minas Gerais, que é de 70%, considerando que o método para o levantamento dos dados não dispõe de avaliação qualitativa. Dessa forma, são computadas áreas em regeneração e, também, em estado de degradação. Este indicador é calculado pela porcentagem de área com cobertura vegetal nativa em relação à área total da região avaliada, (FEAM, 2007, p. 22).

Outro indicador importante é o estudo das áreas legalmente protegidas, ou seja, as Unidades de Conservação, as Áreas de Preservação Permanente – APPs e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN. As Unidades de Conservação podem ser de proteção integral (Parques, Reservas e Estações Ecológicas) e de uso sustentável (Áreas de Proteção Ambiental), criadas por lei e com áreas adquiridas pelo poder público. As Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN são áreas privadas, gravadas em cartório, com os mesmos objetivos de preservação, não

podendo ser utilizadas para outras finalidades. Todas essas áreas são destinadas à proteção da biodiversidade, com usos disciplinados pela Lei Nacional de Unidades de Conservação – SNUC

No caso de Minas Gerais o padrão de desempenho adotado, para essas áreas, é o de 10% da área total da região avaliada, critério sugerido durante o Congresso Mundial de Parques em 1982.

Com base nos indicadores de áreas remanescentes de cobertura vegetal e de áreas legalmente protegidas, pode-se obter um Índice Biodiversidade composto por esses indicadores.

Conforme divulgado pela FEAM:

O Índice biodiversidade, que no caso de Minas Gerais é composto pelos indicadores cobertura de vegetação nativa, áreas protegidas e desmatamento, vem apresentando certa estabilidade. Numa análise estratificada, as unidades de conservação apresentaram um crescimento superior a 400% em área, ainda que o valor deste indicador para Minas Gerais em 2007 apresente 1,81% da área total do Estado, correspondendo a pouco mais da metade do índice nacional – cerca de 3% - e, sendo ainda, muito inferior à recomendação internacional de 10%. O indicador de desmatamento apresentou melhoria na última década, com tendência de estabilização nos últimos anos. Entretanto, os índices de desmatamento verificados podem ser considerados elevados. (FEAM, 2007, p. 27).

Para o indicador de cobertura vegetal, os resultados dos monitoramentos realizados mostram que houve redução de 47 % para 33 % da área total do Estado. É oportuno registrar que esses quantitativos incluem as áreas em fase de regeneração.

O IBGE referindo-se ao desenvolvimento sustentável expõe:

Um dos desafios da construção do desenvolvimento sustentável é o de criar instrumentos de mensuração, tais como indicadores de desenvolvimento. Indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável. Devem ser vistos como um meio para se atingir o desenvolvimento sustentável e não como um fim em si mesmo. Valem mais pelo que apontam do que pelo seu valor absoluto e são mais úteis quando analisados em seu conjunto do que o exame individual de cada indicador. (IBGE, 2008, p.9).

E ainda, segundo o IBGE (2002, p. 9), “é necessário escolher um modelo conceitual existente ou criar um próprio. O modelo é uma referência que apresenta, de

algum modo, as relações entre aspectos sociais e ambientais, auxiliando a organizar os temas a serem trabalhados e a posterior escolha dos indicadores.”

2.7. INDICADORES DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água possui diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterização da água de uma determinada localidade, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

2.7.1 Avaliação da Qualidade dos Recursos Hídricos em Minas Gerais

Para exemplificar um método de análise dos recursos hídricos, utilizou-se no presente trabalho o exemplo de Minas Gerais, onde a Fundação Estadual de Meio Ambiente elaborou um sistema de construção de indicadores de meio ambiente, publicado em 2007, e tipifica como um eficiente sistema de avaliação da qualidade ambiental do país.

Para se fazer a avaliação da qualidade dos recursos hídricos em Minas Gerais, os parâmetros utilizados foram: (i) Demanda Bioquímica de Oxigênio; (ii) Coliformes fecais; (iii) Oxigênio Dissolvido; (iv) Alta Toxidez; e (v) Porcentagem de população com esgotos tratados ou dispostos adequadamente. Os conceitos para os parâmetros elencados foram selecionados do Relatório mencionado. (FEAM, 2007, p. 3-4-5).

a) Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A DBO é definida como a quantidade de oxigênio consumida na oxidação biológica de matéria orgânica presente nas águas, constituindo-se no parâmetro mais utilizado para medir a poluição de origem orgânica. A matéria orgânica ocorre naturalmente nas águas, em nível reduzido, em razão da decomposição de folhas, fezes e animais mortos de origem silvestre. O aumento da concentração de matéria orgânica nas águas é provocado principalmente por despejos de esgotos domésticos e industriais de natureza orgânica.

b) Coliformes fecais (termotolerantes)

As bactérias do grupo coliformes são ainda consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, tendo grande importância para relacionar qualidade de água com saúde. Esse indicador é de grande significado, uma vez que no país ainda é muito relevante a agenda tradicional de saúde, especialmente no que se refere às doenças de veiculação hídrica, transmitidas pela via feco-oral.

c) Oxigênio dissolvido – OD

O oxigênio encontrado dissolvido nas águas provém, naturalmente, de processos cinéticos de transferências gasosas e fotossintéticas, sendo fundamental para a sobrevivência das comunidades aquáticas aeróbicas, que necessitam do oxigênio para seus mecanismos de respiração. O teor de oxigênio dissolvido nas águas varia em função da temperatura da água e da pressão atmosférica - diretamente proporcional à pressão e inversamente à temperatura.

d) Toxidez

O índice de contaminação por toxidez, considerado no Índice de Qualidade das Águas – IQA desenvolvido pela agência ambiental norte americana (EPA) e adaptado

pelo CETEC, considera as seguintes substâncias: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, fenóis, mercúrio, nitritos, nitratos e zinco.

A violação do padrão de uma única substância que compõe o índice é o suficiente para se verificar a desconformidade. A metodologia para a conceituação do nível de toxidez se dá a partir dos seguintes critérios:

Alta toxidez – valores superiores a duas vezes o padrão de referência.

Média toxidez – valores entre 1,5 a 2 vezes o padrão de referência.

Baixa toxidez – valores entre 1,2 a 1,5 vezes o padrão de referência.

Nenhuma – até 1,2 vezes o valor do padrão de referência.

e) Porcentagem de população com esgotos tratados ou dispostos adequadamente

Um dos aspectos mais importantes da poluição das águas, em países em desenvolvimento, está relacionado com o lançamento de esgotos domésticos “in natura” nos corpos de água, sem nenhum tipo de tratamento, representando elevado potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

A partir dos 6 parâmetros selecionados, no caso de Minas Gerais, foram construídos os respectivos indicadores para avaliar os recursos hídricos, quais sejam:

Para a Demanda Bioquímica de Oxigênio foi construído o indicador AG-1 que é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de DBO em atendimento aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0,047.

Para a verificação dos Coliformes Fecais foi construído o indicador AG-3 que é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de Coliformes fecais (termotolerantes) em atendimento aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0,06. O parâmetro coliformes fecais pode ser substituído por *Escherichia coli*, conforme previsto na Resolução CONAMA 357/05 de 17 de março de 2005.

Para a análise do Oxigênio Dissolvido, o indicador construído foi o AG-4 que é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de Oxigênio

dissolvido em atendimento aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05, em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0, 0047. Para o período até 2004, a referência adotada foi a Resolução CONAMA n° 20/86.

Para a análise da Toxidez Alta, foi construído o indicador AG-5 que é calculado, anualmente, pela porcentagem do número de amostras de índice de contaminação por toxidez alta, em atendimento aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05, em função da classe do trecho do curso de água amostrado, em relação ao número total de amostras, ponderado pelo coeficiente 0, 047.

O indicador AG-12 construído, calculado anualmente, é a relação do percentual da população urbana com tratamento de esgoto em relação à população urbana total, devendo ser ponderado pelo coeficiente 0, 081. O padrão de referência é 100% de população urbana com tratamento.

A partir destes indicadores criou-se o Índice Água, composto pelos indicadores AG-1, AG-3, AG-4, AG-5 e AG-12, ponderados pelos respectivos pesos, sendo calculado, anualmente pela expressão:

$IÁGUA = 0,047 (AG-1 + AG-4 + AG-5) + 0,060 AG-3 + 0,081 AG-12$, sendo:

AG-1 = % medições com valores < padrão da classe

AG-3 = % medições com valores < padrão da classe

AG-4 = % medições com valores > padrão da classe

AG-5 = % medições com valores < duas vezes os padrões da classe

AG-12 = % de população urbana com esgoto tratado

No caso de Minas Gerais, o índice água proposto foi mensurado através do controle dos recursos hídricos no Estado, através do monitoramento no período de 1997 a 2007. Conforme FEAM, as análises obtiveram os seguintes resultados:

O índice água, composto por indicadores de carga orgânica e toxidez, mostrou certa estabilidade na qualidade das águas do Estado no período considerado. A ausência de degradação poderia ser interpretada como um ganho, considerando-se que no período houve um crescimento econômico que representou relevante mecanismo de pressão na qualidade das águas. Já em uma análise estratificada, para o indicador toxidez verificam-se ganhos significativos que poderiam ser atribuídos à política de "comando e controle" para as grandes fontes de poluição industrial. Resultados similares dessa política não são observados para as pequenas e médias fontes de poluição industrial. Para as fontes de poluição de responsabilidade do poder público,

notadamente os lançamentos de esgotos sanitários, a política de “comando e controle” não tem apresentado os mesmos resultados positivos. É importante ressaltar que, nesse aspecto, pela grande capacidade de diluição verificada nas águas do Estado, o problema crucial não se situa nos indicadores de carga orgânica (OD e DBO), mas sim na contaminação microbiológica. Observa-se ainda que mesmo o esforço de política pública na implementação do instrumento econômico ICMS Ecológico não apresentou melhorias nesse tema, uma vez que os coeficientes de retorno financeiro previsto na legislação não foram suficientes para atrair as municipalidades, de forma inversa ao que ocorreu com a disposição adequada de lixo. Para o ano de 2007, observa-se um pequeno decréscimo de 0,0299 no Índice Água com relação ao valor de 2006. O decréscimo no desempenho do Índice Água ocorreu, principalmente, devido a um aumento do percentual de violação dos padrões estabelecidos para os níveis de coliformes termotolerantes. Entretanto, um fator que pode ter contribuído para a piora nos valores observados para o Indicador Coliformes Termotolerantes é que no ano de 2007 15% das amostras coletadas tiveram de ser descartadas. (FEAM, 2007, p. 6).

2.7.2 Índice de Qualidade das Águas - IQA

O estabelecimento do Índice de Qualidade das Águas – IQA obedeceu a uma metodologia de construção a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* – NSF, dos Estados Unidos. No mesmo ano, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA - Índice de Qualidade das Águas servindo de base para o Brasil, e utilizado no Paraná, que incorpora 9 parâmetros dos 35 elencados pela NSF, considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização da água para abastecimento público:

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente. O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA : Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

n : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme tabela a seguir.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$. (CETESB, 2009, página no <i>site</i> oficial).

No Paraná, a SEMA/SUDERHSA mantém uma rede de monitoramento da qualidade de água com 278 estações. Cada estação é um local onde frequentemente a água é analisada gerando dados sobre diferentes parâmetros. Assim como a CETESB, a SUDERHSA utiliza 9 parâmetros para avaliar o IQA – Índice de Qualidade das Águas: (i) Oxigênio Dissolvido; (ii) Coliformes Termotolerantes; (iii) pH; (iv) Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias, 20°C); (v) Nitrogênio Total; (vi) Fósforo Total; (vii) Turbidez; (viii) Resíduo Total; e (ix) Temperatura da amostra, acrescentando a Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO nos cálculos.

No caso paranaense, a rede de monitoramento surgiu na década de 50 com o Departamento de Água e Energia Elétrica - DAEE, e tinha a função de obter dados hidrológicos como vazão e nível dos rios. Na década de 80 a metodologia do cálculo do IQA é utilizada no monitoramento de alguns afluentes do Alto Iguaçu. Na década de 80, com a criação da Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente –

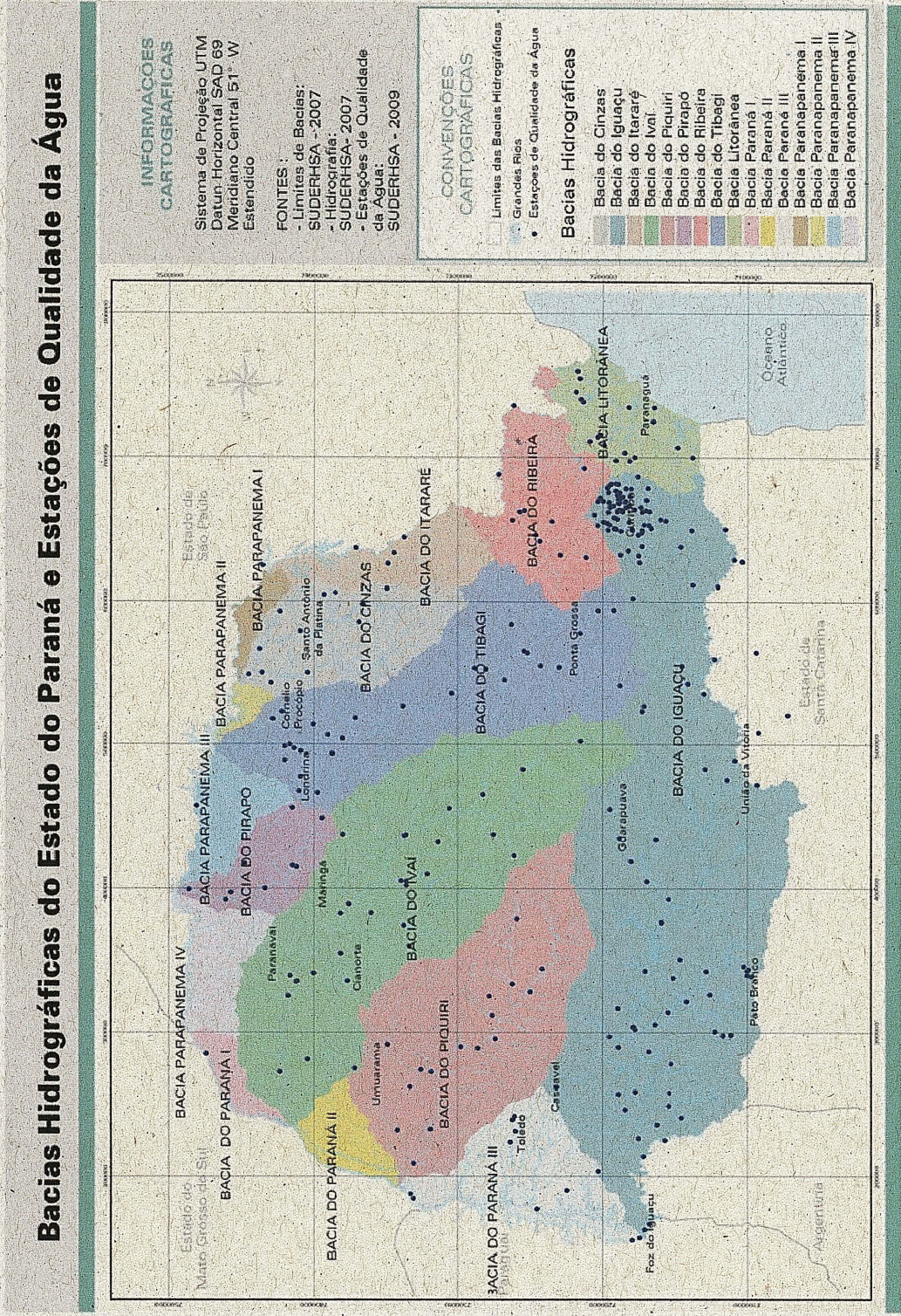
SURHEMA iniciaram as amostras de água visando à análise de sua qualidade em alguns pontos do Estado.

As estações estão localizadas em diversas bacias do Estado (Figura 10), no entanto, atualmente as bacias hidrográficas Paraná 2, Parapanema 2 e 4 não possuem locais de coleta. Em função da história de criação das estações as datas de coleta e frequência divergem nas estações monitoradas, sendo que os dados disponíveis hoje do monitoramento apresentam-se tabulados por estação e data de coleta, que não coincidem no seu total.

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos é fundamental para o controle do uso do território, pois, mediante essas análises pode-se inferir como ocorrem alguns impactos sobre o meio físico. No entanto, se faz necessário, na construção de indicadores, a avaliação de parâmetros não só da Dimensão Ambiental, uma vez que as ações estão sempre associadas, umas interferindo nas demais.

Por final, enfatiza-se que a construção de indicadores de qualidade ambiental, que considere a sustentabilidade dos ecossistemas, necessita da conjugação de parâmetros técnicos que, baseados na realidade local, demonstrem as alterações ocorridas em um determinado sistema natural ou antropizado. A visão multidisciplinar deve nortear as discussões e priorização de parâmetros e de indicadores. A complexidade das ações do homem sobre o meio ambiente indica que é necessário o estudo e o controle destas ações em todas as suas dinâmicas: ambiental, social, econômica e social; sendo fundamental a implantação de monitoramento sistêmico.

Figura 10 – Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná e Estações de Controle da qualidade da água



Fonte: Adaptado de SUDERHSA, 2009.

3. METODOLOGIA

Em função dos objetivos do presente trabalho, foram contemplados dois aspectos metodológicos distintos: (i) a pesquisa bibliográfica; e (ii) pesquisa experimental com utilização de instrumentos de geoprocessamento por meio de sistema de informações geográficas, para cruzamento, interpretação e análise dos dados e das informações.

3.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica exploratória foi realizada com a utilização de documentos eletrônicos, livros, periódicos, palestras, trabalhos acadêmicos e anotações, visando à fundamentação conceitual sobre indicadores de sustentabilidade ambiental e os conceitos associados: desenvolvimento sustentável, ecossistemas e políticas de meio ambiente do estado do Paraná, sistema de informações geográficas, índices indicadores e parâmetros, e qualidade dos recursos hídricos.

Quanto à tipologia de pesquisa adotada, temos que:

Quando se considera o local, os meios disponíveis para a coleta de dados, bem o controle dos fatores, as pesquisas são classificadas em: (i) pesquisa bibliográfica; (ii) pesquisas documentais; (iii) levantamentos; (iv) estudo de caso; (v) estudos de campo; e (vi) pesquisas experimentais. (...) A pesquisa, no que se refere aos aspectos teóricos, ou seja, de formulação do problema e de construção da hipótese, em função de sua complexidade, pode ser: exploratória; descritiva ou explicativa. Para a abordagem dos objetivos traçados no presente trabalho, apoiou-se na pesquisa exploratória. (...) ocorre a pesquisa documental quando as fontes utilizadas valem-se de material que não recebeu tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. (...) As vantagens da pesquisa documental são: baixo custo e não exigir contato com os sujeitos da pesquisa. Assim, este tipo de pesquisa exigirá apenas a disponibilidade de tempo do pesquisador e não será prejudicada pelas circunstâncias que envolvem o contato com os sujeitos de pesquisa. (GIL, 2002, p. 52-56-57).

A pesquisa exploratória é a primeira exploração ao tema estudado e tem como objetivo maior familiaridade com um assunto ou fenômeno através da prospecção de materiais que informa a importância do problema e o estágio em que se encontram as informações disponíveis a respeito do assunto. (SANTOS, 2000, p. 26).

3.2. ANÁLISES ESPACIAIS

Visando analisar indicadores que refletissem a realidade socioambiental do Paraná e que permitissem a leitura da informação tendo como foco o território das bacias hidrográficas, incorreu-se por uma breve pesquisa experimental. Utilizou-se o território paranaense como estudo de caso e o uso de ferramentas de geoprocessamento, tendo como expectativas iniciais:

- i. Utilização de dados oficiais, independente do ano de coleta dos dados;
- ii. Adoção dos critérios do IBGE (2008) para a escolha dos indicadores a serem analisados;
- iii. Incorporação de indicador ligado à gestão dos recursos hídricos, e a realidade sócio-econômica estadual;
- iv. Criação de sistema de informações geográficas – SIG básico para atender às análises desejadas;
- v. Espacialização das informações tendo como recorte territorial as bacias hidrográficas do Estado.

3.2.1 Objeto de Estudo

Considerando a complexidade do tema (indicadores de sustentabilidade ambiental), as análises foram feitas mediante a eleição de 4 indicadores da DIMENSÃO AMBIENTAL, conforme o modelo de classificação dos indicadores do IBGE (2008).

Considerando a disponibilidade de dados oficiais, os 4 indicadores escolhidos prioritariamente compuseram os temas Terra, Água Doce, Biodiversidade e Saneamento, com grande relevância para a DIMENSÃO AMBIENTAL, foco do presente trabalho, (Tabela 06).

Para possibilitar a avaliação da gestão dos recursos hídricos utilizou-se a informação comitês de bacias instalados e para avaliar a realidade sócio-econômica estadual utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal no estado do Paraná, para o ano de 2000.

Tabela 06 – INDICADORES PRIORIZADOS PARA ANÁLISE

DIMENSÃO AMBIENTAL - IBGE

TEMA	INDICADOR
TERRA	Terras em uso agrossilvipastoril
ÁGUA DOCE	Qualidade de águas interiores (IQA)
BIODIVERSIDADE	Áreas protegidas
SANEAMENTO	Acesso a sistema de abastecimento de água

TEMAS PRIORIZADO PELO AUTOR

Comitês de Bacias Instalados,

Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal

Fonte: Do autor, 2009.

3.2.2 Coleta de Dados

Os dados relacionados à terra em uso agrossilvipastoril são provenientes do Instituto Ambiental do Paraná e do IPARDES, do ano de 2000 - 2001. Os dados relativos à qualidade das águas interiores, medida pelo Índice de Qualidade das Águas – IQA, foram obtidos junto a SUDERHSA, do ano de 2005.

Os dados relacionados às áreas protegidas são provenientes da SEMA e do Instituto Ambiental do Paraná, do ano de 2007. Os dados relacionados à rede de abastecimento de água, rural e urbano, são provenientes do IBGE e IPARDES, do ano de 2000.

Os dados de Comitês de Bacias Instalados são provenientes da SUDERHSA do ano de 2009. Os dados relacionados ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal são provenientes do IPEA, IBGE, FJP e IPARDES, do ano de 2000.

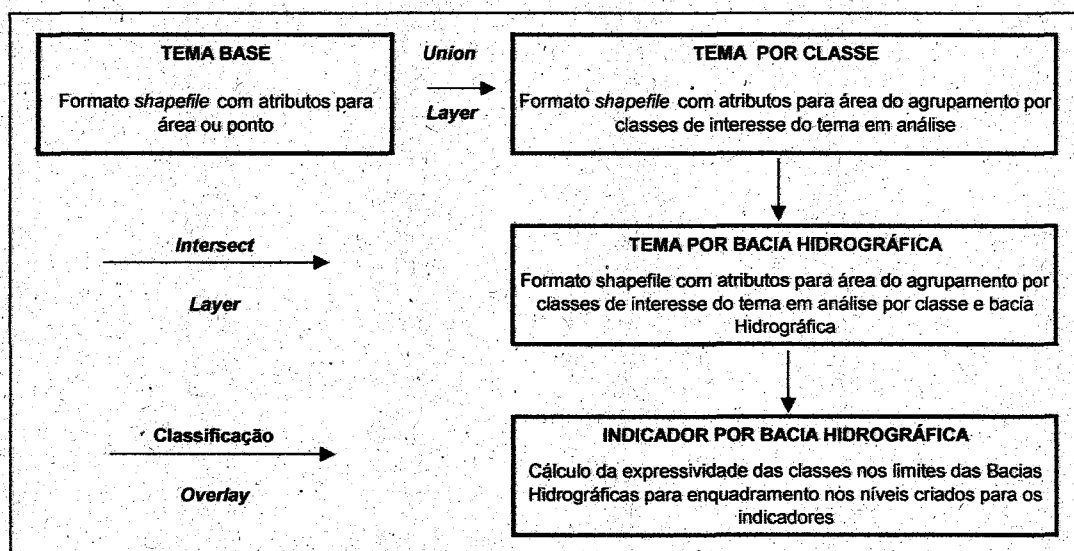
3.2.3 Análise e Interpretação dos Dados

A análise dos indicadores estudados foi realizada mediante a espacialização das informações, com o uso do SIG, utilizando-se do programa *GIS-ArcView* – versão 3.2, e mostrados em mapas temáticos criados a partir do geoprocessamento das informações caracterizadas neste trabalho.

Foram feitos cruzamentos de informações, gerando novas análises tendo como base a informação espacial, de forma a permitir: (i) a integração em uma única base de dados com as informações espaciais provenientes de diversas fontes tais como dados cartográficos e dados temáticos; (ii) a combinação das várias informações através de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados; (iii) a análise integrada de informações.

Genericamente, a sequência de atividades utilizadas para o geoprocessamento seguiu as seguintes etapas: (i) Construção de tema base em formato *shapefile*, com atributos por ponto ou área, preparado para o SIG; (ii) Agrupamento por classes de interesse do tema base em formato *shapefile*; (iii) Intersecção dos *layers* (temáticos) por classe e bacias hidrográficas; e (iv) mediante cálculos matemáticos processados por meio de *script* do programa *ArcView*, procedeu ao enquadramento nos níveis criados para os indicadores, e criação de *overlay* com atributos por área da bacia hidrográfica (Figura 11).

Figura 11 - FLUXOGRAMA de processamento dos Indicadores por Bacia Hidrográfica



Fonte: Do autor, 2009.

4. RESULTADOS

Mediante a utilização de critérios técnicos, com base nos estudos bibliográficos realizados, a relação de sensibilidade e percepção de bem estar, e baseado nas reflexões do pesquisador, foram estabelecidos 4 níveis (classes de informações) que cada indicador poderia assumir ao se considerar o território da Bacia Hidrográfica: (i) BOM; (ii) REGULAR; (iii) PRECÁRIO; e (iv) CRÍTICO.

Para cada Indicador elaborou-se uma carta temática digital, com a espacialização da informação predominante na Bacia Hidrográfica, permitindo avaliar a qualidade do meio ambiente (usos da terra, qualidade dos recursos hídricos e áreas protegidas), dos serviços ofertados (acesso ao sistema de abastecimento), da gestão dos recursos hídricos (comitês instalados) e do desenvolvimento humano municipal (IDH-M), com uma visão generalizada para cada uma das Bacias Hidrográficas do estado do Paraná.

4.1. TERRAS EM USO AGROSSILVIPASTORIL

a) Descrição: O parâmetro considera a superfície desmatada e transformada em terras para uso em agricultura, em silvicultura ou pecuária em relação às áreas que originalmente eram de vegetação nativa. Os dados são provenientes do IAP e IPARDES para os anos de 2000 e 2001, com leitura espacial de acordo com o uso mapeado, (Figura 12).

b) Justificativa do Indicador: de forma sintética, o indicador expressa que quanto mais antropizada a bacia hidrográfica, maior a alteração ambiental em relação à perda de cobertura vegetal original, o que sinaliza situações de maiores ou menores pressões conforme a bacia hidrográfica, (IPARDES, 2007, p. 25).

c) Níveis adotados para a leitura na bacia hidrográfica: para a leitura do indicador (Figura 13), de acordo com níveis de compreensão da informação, e

tendo como território de análise as bacias hidrográficas, foram construídos 4 níveis conforme tabela 07.

Tabela 07 – NÍVEIS DO INDICADOR - terra em uso agrossilvipastoril

NÍVEIS DO INDICADOR	PERCENTUAL DE USO DA TERRA EM RELAÇÃO À COBERTURA ORIGINAL NA BACIA HIDROGRÁFICA
BOM	Menor do que 90%
REGULAR	Entre 90 e 95%
PRECÁRIO	Entre 95 e 99%
CRÍTICO	Maior do que 99%

Fonte: Do autor, 2009.

d) Indicadores relacionados (IBGE, 2008, p.58):

Emissões de origem antrópica dos gases associados ao efeito estufa

Uso de fertilizantes

Uso de agrotóxicos

Queimadas e incêndios florestais

Espécies extintas e ameaçadas de extinção

Áreas protegidas

Espécies invasoras

Taxa de crescimento da população

População e terras indígenas

Participação de fontes renováveis na oferta de energia

Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento - P&D.

4.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES

a) Descrição: os parâmetros para análise da qualidade das águas interiores do Estado utilizados neste indicador são a demanda bioquímica de oxigênio (mg/l), a temperatura (°C), o pH, o oxigênio dissolvido (%), a quantidade de coliformes fecais (NMP/100 ml), o nitrogênio/nitrato total (mg/l), o

fósforo/fosfato total (mg/l), o resíduo total (mg/l) e a turbidez. Todos esses parâmetros são obtidos mediante a coleta de água nas estações de qualidade distribuídas nas diversas bacias do Estado (Figura 10). No presente estudo foi selecionado o ano de 2005 para expressar o indicador. Esse ano foi adotado uma vez que, segundo os dados disponíveis, das 278 estações de coleta, 102 possuíam dados do IQA e da DBO para o ano de 2005, sendo assim o ano com maior número de coleta em relação à totalidade das estações, (Figura 14). Os dados disponíveis são provenientes do IAP que coleta as amostras e da SUDERHSA que elabora os cálculos e análises. Os dados mais recentes (2006 a 2009) não estão disponíveis.

b) Importância do indicador: o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA estabelece cinco classes de água doce, cada uma com valores de qualidade de água apropriados ao uso predominante recomendado para a mesma (abastecimento humano, recreação, irrigação, navegação, etc.). Mensurações periódicas nas águas dos rios permitem aferir se a qualidade das mesmas é apropriada aos usos que lhes são dados. A DBO e o IQA são instrumentos fundamentais para o diagnóstico da qualidade ambiental de águas interiores, sendo importantes também no controle e gerenciamento dos recursos hídricos. Estão entre os indicadores mais usados mundialmente na aferição da poluição hídrica. O CONAMA estabelece o valor de 5 mg/l como limite máximo para a DBO de águas de classe 2, que podem ser usadas no abastecimento público, após tratamento convencional. Enquanto a DBO evidencia o lançamento de esgotos domésticos na água, o IQA é um indicador mais genérico, revelador do processo de eutrofização das águas. Associados a outras informações ambientais e socioeconômicas, são bons indicadores de desenvolvimento sustentável. (IBGE, 2008, p.99).

c) Níveis adotados para a leitura na bacia hidrográfica: para a leitura do indicador (Figura 15), de acordo com níveis de compreensão da informação, e

tendo como território de análise as bacias hidrográficas, foram construídos 4 níveis conforme tabela 08.

Tabela 08 – NÍVEIS DO INDICADOR - qualidade das águas interiores

NÍVEIS DO INDICADOR	INDICADOR	Classes IQA	Qualidade
BOM	Quando as classes ótima e boa forem maioria na bacia	97-100	ótima
		71-90	boa
REGULAR	Quando a classe razoável for maioria na bacia	51-70	razoável
PRECÁRIO	Quando a classe ruim for maioria na bacia	25-50	ruim
CRÍTICO	Quando a classe péssima for maioria na bacia	00-25	péssima

Fonte: Do autor, 2009.

d) Indicadores relacionados (IBGE, 2008, p.100):

Uso de fertilizantes

Uso de agrotóxicos

Área remanescente e desflorestamento na Mata Atlântica e nas formações vegetais litorâneas

Balneabilidade

Produção de pescado marítima e continental

Espécies extintas e ameaçadas de extinção

Áreas protegidas

Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico

Destinação final do lixo

Acesso a sistema de abastecimento de água

Acesso a esgotamento sanitário

Tratamento de esgoto

Taxa de mortalidade infantil

Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado

Gasto público com proteção ao meio ambiente

4.3. ÁREAS PROTEGIDAS

a) Descrição: os parâmetros considerados para a avaliação das áreas protegidas são as superfícies das unidades de conservação (Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável) e as áreas indígenas demarcadas. As informações são provenientes do IAP (2008), da SEMA (2007) e da Coordenadoria de Assuntos Indígenas (2007), (Figura 16).

b) Importância do indicador: o desenvolvimento sustentável abrange a preservação do meio ambiente, o que implica na conservação dos biomas brasileiros. Isso significa, entre outras questões, conservar os recursos hídricos, os solos, as florestas (e as outras formas de vegetação nativa) e a biodiversidade. Para alcançar essas metas, a delimitação de áreas protegidas é fundamental. (IBGE, 2008, p. 148).

c) Níveis adotados para a leitura na bacia hidrográfica: para a leitura do indicador (Figura 17), de acordo com níveis de compreensão da informação, e tendo como território de análise as bacias hidrográficas, foram construídos 4 níveis conforme tabela 09.

Tabela 09 – NÍVEIS DO INDICADOR – áreas protegidas

NÍVEIS DO INDICADOR	Percentual de Áreas Protegidas em relação à área da Bacia Hidrográfica
BOM	Mais de 10%
REGULAR	Entre 5 e 10%
PRECÁRIO	Entre 1 e 4,99%
CRÍTICO	Menos de 1%

Fonte: Do autor, 2009.

d) Indicadores relacionados (IBGE, 2008, p. 50):

Terras em uso agrossilvipastoril

Queimadas e incêndios florestais

Área remanescente e desflorestamento na Mata Atlântica e nas formações vegetais litorâneas

Qualidade de águas interiores

Balneabilidade

Produção de pescado marítima e continental

População residente em áreas costeiras

Espécies extintas e ameaçadas de extinção

Tráfico, criação e comércio de animais silvestres

Espécies invasoras

Taxa de crescimento da população

População e terras indígenas

Ratificação de acordos globais

4.4. ACESSO AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

a) Descrição: o abastecimento de água por rede geral nos territórios urbano e rural expressa a parcela da população com acesso a abastecimento de água tratada. As variáveis utilizadas são a população residente em domicílios particulares permanentes que estão ligados à rede geral de abastecimento de água e o conjunto de moradores em domicílios particulares permanentes, segmentadas em urbana e rural. O indicador se constitui na razão, em percentual, entre a população com acesso à água por rede geral e o total da população em domicílios particulares permanentes, discriminada pela situação do domicílio, urbana ou rural. As informações utilizadas para a elaboração desse indicador foram produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE oriundas da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, (IBGE, 2008, p. 198) e geoprocessada pelo IPARDES, contendo informações do ano de 2000, (Figuras 18 e 20).

b) Importância do indicador: o acesso à água tratada é fundamental para a melhoria das condições de saúde e higiene. Associado a outras informações ambientais e socioeconômicas, incluindo outros serviços de saneamento, saúde, educação e renda, é um indicador universal de desenvolvimento sustentável. Trata-se de um indicador importante para a caracterização básica da qualidade de vida da população, possibilitando o acompanhamento das políticas públicas de saneamentos básico e ambiental. A discriminação das áreas urbanas e rurais permite a análise de suas diferenças.

c) Nesse indicador foi considerado como acesso adequado à água apenas aquele realizado por rede de abastecimento geral. Por conta da legislação brasileira, toda água fornecida à população por rede de abastecimento geral tem de ser tratada e apresentar boa qualidade. As outras formas de abastecimento domiciliar de água (poço, nascente, cacimba, carro-pipa, água da chuva, etc.) nem sempre apresentam água de qualidade satisfatória, especialmente em áreas urbanas, onde o risco de contaminação de nascentes, poços, rios e lençóis freáticos é muito grande, (IBGE, 2008, p.198).

d) Níveis adotados para a leitura na bacia hidrográfica: para a leitura do indicador (Figuras 19 e 21), de acordo com os níveis de compreensão da informação, e tendo como território de análise as bacias hidrográficas, foram construídos 4 níveis diferenciados para as áreas rural e urbana, conforme tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – NÍVEIS DO INDICADOR - abastecimento de água em área urbana

NÍVEIS DO INDICADOR	Percentual de área com 96,79% (ou mais) dos domicílios atendidos em relação à área da Bacia Hidrográfica
BOM	90% ou mais
REGULAR	Entre 70 e 89,9%
PRECÁRIO	Entre 50 e 69,9%
CRÍTICO	Abaixo de 50%

Fonte: Do autor, 2009.

Tabela 11 – NÍVEIS DO INDICADOR - abastecimento de água em área rural

NÍVEIS DO INDICADOR	Percentual de área com 50% (ou mais) dos domicílios atendidos em relação à área da Bacia Hidrográfica
BOM	50% ou mais
REGULAR	Entre 30 e 49,9%
PRECÁRIO	Entre 20 e 29,9%
CRÍTICO	Abaixo de 19%

Fonte: Do autor, 2009.

e) Indicadores relacionados (IBGE, 2008, p. 199):

Qualidade de águas interiores

População residente em áreas costeiras

Acesso a esgotamento sanitário

Tratamento de esgoto

Rendimento familiar *per capita*

Rendimento médio mensal

Esperança de vida ao nascer

Taxa de mortalidade infantil

Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado

Adequação de moradia

Existência de conselhos municipais

4.5. COMITÊS DE BACIAS INSTALADOS

a) Descrição: o parâmetro utilizado para este indicador é o percentual de área da Bacia Hidrográfica com Comitê de Bacia ativo em relação à área total da bacia. Expressa a área total com Comitês de Bacia no Estado. As informações são provenientes da SUDERHSA. A existência de Comitês de Bacia ativos revela o nível de organização na bacia hidrográfica no que se refere à democratização da gestão de políticas públicas, (Figura 22).

b) Importância do indicador: partir dos anos 1990, o conhecimento sobre o desenvolvimento e as práticas de projetos de desenvolvimento local passam por profunda transformação: o universalismo do desenvolvimento é seriamente questionado; é desafiada a imposição de realidades tão diversas (principalmente dos países desenvolvidos) de normas e técnicas uniformes e universalizantes definidas sobretudo nos grandes centros do primeiro mundo, fracassando também os esforços teóricos de legitimar o desenvolvimento econômico independentemente de suas dimensões sociais e culturais. Surgem, nesse contexto, novos temas na agenda oficial de cooperação multilateral: temas como a descentralização, a governança local, a participação, a emergência da sociedade civil e, mais recentemente, o capital social integram o conjunto de novos projetos do sistema de cooperação para o desenvolvimento. Todos tendem a pôr em evidência a diversidade e a particularidade dos contextos locais, reconhecendo a evidência de que cada contexto tem a sua necessidade própria e demanda, assim, respostas particulares diferentes em termos de políticas públicas e projetos de desenvolvimento local. Segundo Ulisses Franz Bremer, o desenvolvimento urbano sustentável das cidades brasileiras e as formas de integração da sustentabilidade na gestão de um município apontam a necessidade do poder local para assegurar a sustentabilidade, sendo necessário também modificar princípios de gestão até então adotados e de fazer uso de mecanismos de (re) ordenação espacial. O desenvolvimento da participação comunitária na gestão pública na forma de conselhos é a expressão dessa nova forma de articulação da sociedade civil, constituindo-se em importante mecanismo de consulta e exercício da participação popular, sendo sua institucionalização uma forma de capacitação para a gestão local. (IBGE, 2008, p. 373).

c) Níveis adotados para a leitura na bacia hidrográfica: para a leitura do indicador (Figura 23), de acordo com níveis de compreensão da informação, e tendo como território de análise as bacias hidrográficas, foram construídos 4 níveis conforme tabela 12.

Tabela 12 – NÍVEIS DO INDICADOR – Comitês de Bacia

NÍVEIS DO INDICADOR	Percentual de área com Comitê Instalado em relação à área da Bacia Hidrográfica
BOM	100%
REGULAR	Entre 35 e 50%
PRECÁRIO	Até 34,9%
CRÍTICO	Nenhum

Fonte: Do autor, 2009.

d) Indicadores relacionados (IBGE, 2008, p. 374):

Acesso a serviço de coleta de lixo doméstico

Acesso a sistema de abastecimento de água

Acesso a esgotamento sanitário

Taxa de desocupação

Oferta de serviços básicos de saúde

Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado

Taxa de escolarização

Taxa de alfabetização

Adequação de moradia

Gasto público com proteção ao meio ambiente

4.6. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL

a) Descrição: o Índice de Desenvolvimento Humano mede o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB *per capita*). O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; os países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto. Os

dados do IDH-M para o Paraná são provenientes dos dados do PNUD/IPEA/FJP e espacializados pelo IPARDES, 2000, (Figura 24).

b) Importância do índice: o IDH-M sintetiza a avaliação de 3 aspectos fundamentais do estágio de desenvolvimento de um município: educação, saúde e renda. Para aferir o nível de desenvolvimento humano de municípios as dimensões são as mesmas – educação, longevidade e renda – utilizadas para o país, mas alguns dos indicadores usados são diferentes. Para a avaliação da dimensão educação, o cálculo do IDH municipal considera dois indicadores, com pesos diferentes: taxa de alfabetização de pessoas acima de 15 anos de idade (com peso dois) e a taxa bruta de frequência à escola (com peso um). Para a avaliação da dimensão longevidade, o IDH municipal considera o mesmo indicador do IDH de países: a esperança de vida ao nascer. Esse indicador mostra o número médio de anos que uma pessoa nascida naquela localidade no ano de referência (no caso, 2000) deve viver. O indicador de longevidade sintetiza as condições de saúde e salubridade do local, uma vez que quanto mais mortes houver nas faixas etárias mais precoces, menor será a expectativa de vida observada no local. Para a avaliação da dimensão renda, o critério usado é a renda municipal per capita, ou seja, a renda média de cada residente no município. Para se chegar a esse valor soma-se a renda de todos os residentes e divide-se o resultado pelo número de pessoas que moram no município (inclusive crianças ou pessoas com renda igual a zero). No caso brasileiro, o cálculo da renda municipal per capita é feito a partir das respostas ao questionário expandido do Censo – um questionário mais detalhado do que o universal e que é aplicado a uma amostra dos domicílios visitados pelos recenseadores. (PNUD, 2009, página oficial).

c) Níveis adotados para a leitura na bacia hidrográfica: para a leitura do indicador (Figura 25), de acordo com níveis de compreensão da informação, e

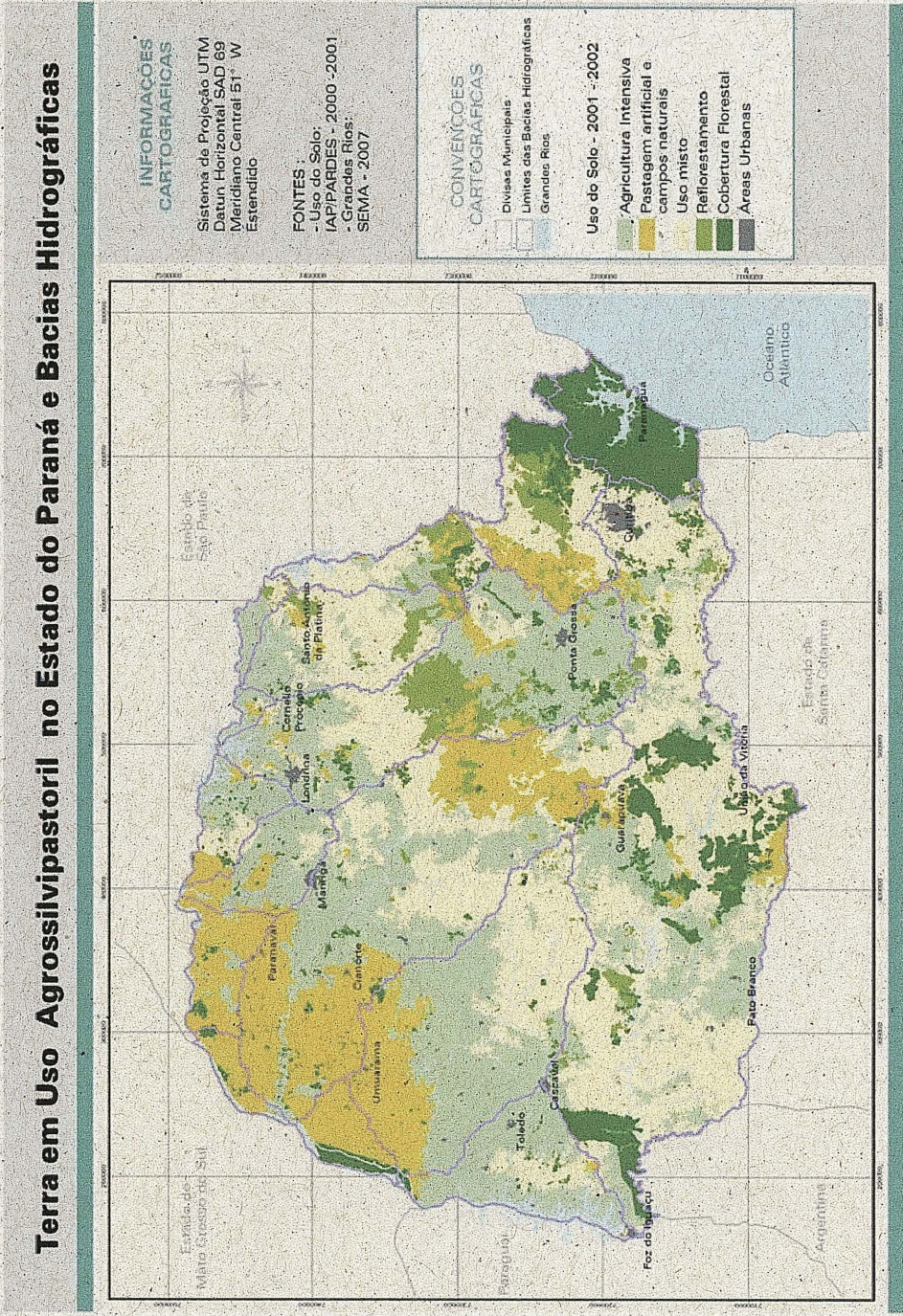
tendo como território de análise as bacias hidrográficas, foram construídos 4 níveis conforme tabela 13.

Tabela 13 – NÍVEIS DO INDICADOR – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

NÍVEIS DO INDICADOR	Percentual de área com IDH > 0,787 em relação à área da Bacia Hidrográfica
BOM.	Acima de 80%
REGULAR	Entre 30 e 80%
PRECÁRIO.	Entre 10 e 29%
CRÍTICO	Abaixo de 10%

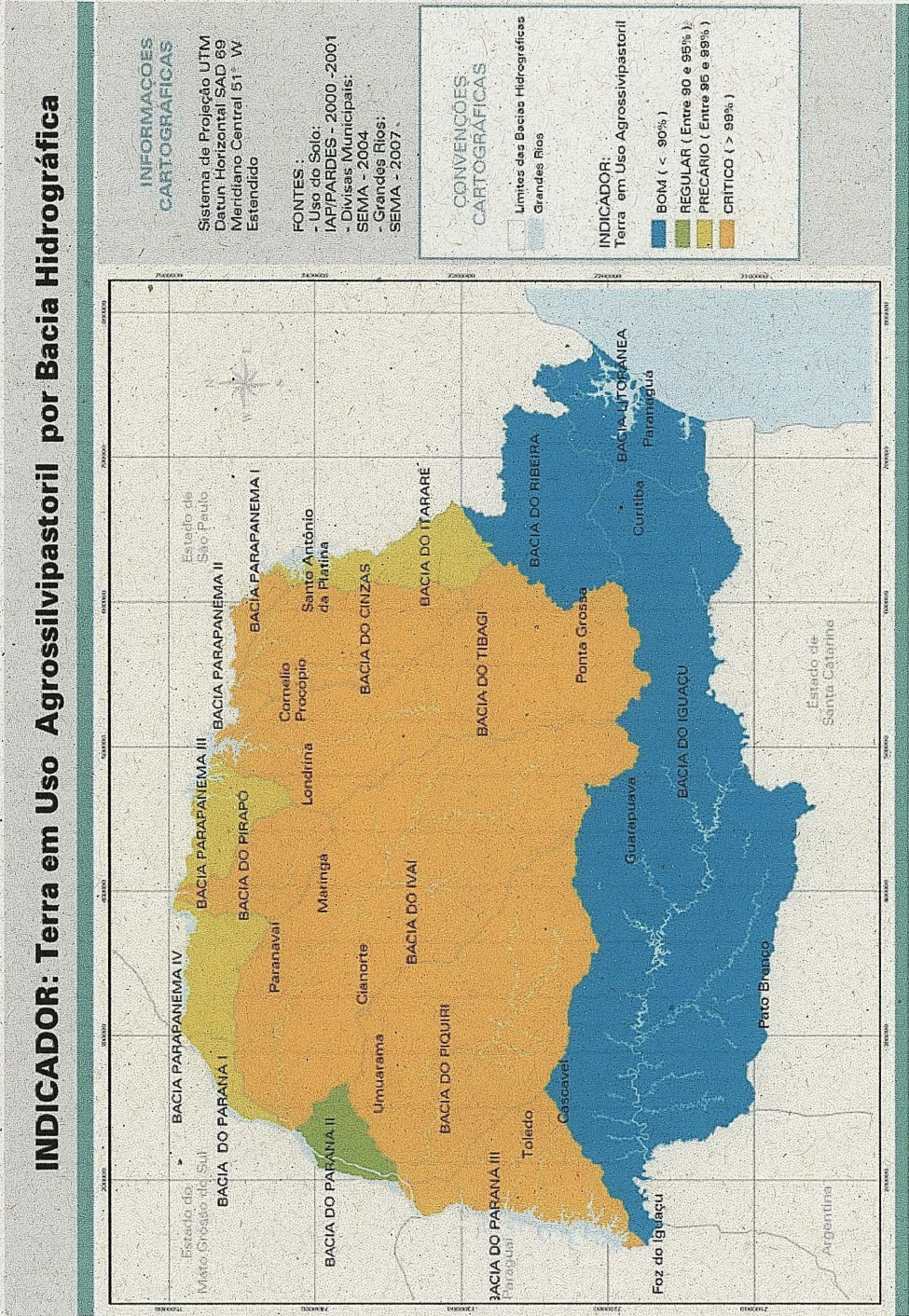
Fonte: Do autor, 2009.

Figura 12 – Terras em Uso Agrossilvipastoril



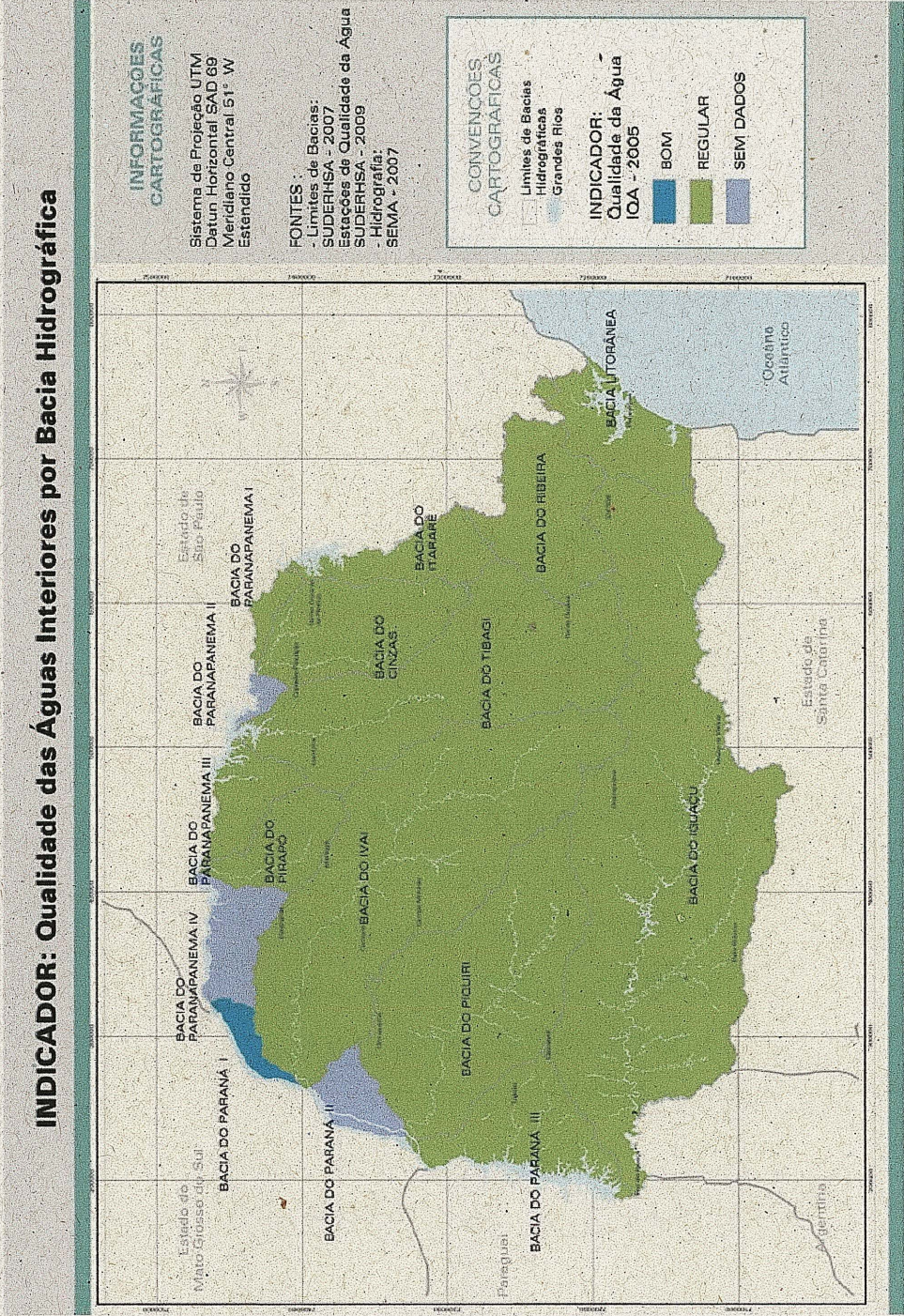
Fonte: Adaptado de IAP/IPARDES 2000-2001.

Figura 13 – INDICADOR: Terras em Uso Agrossilvipastoril



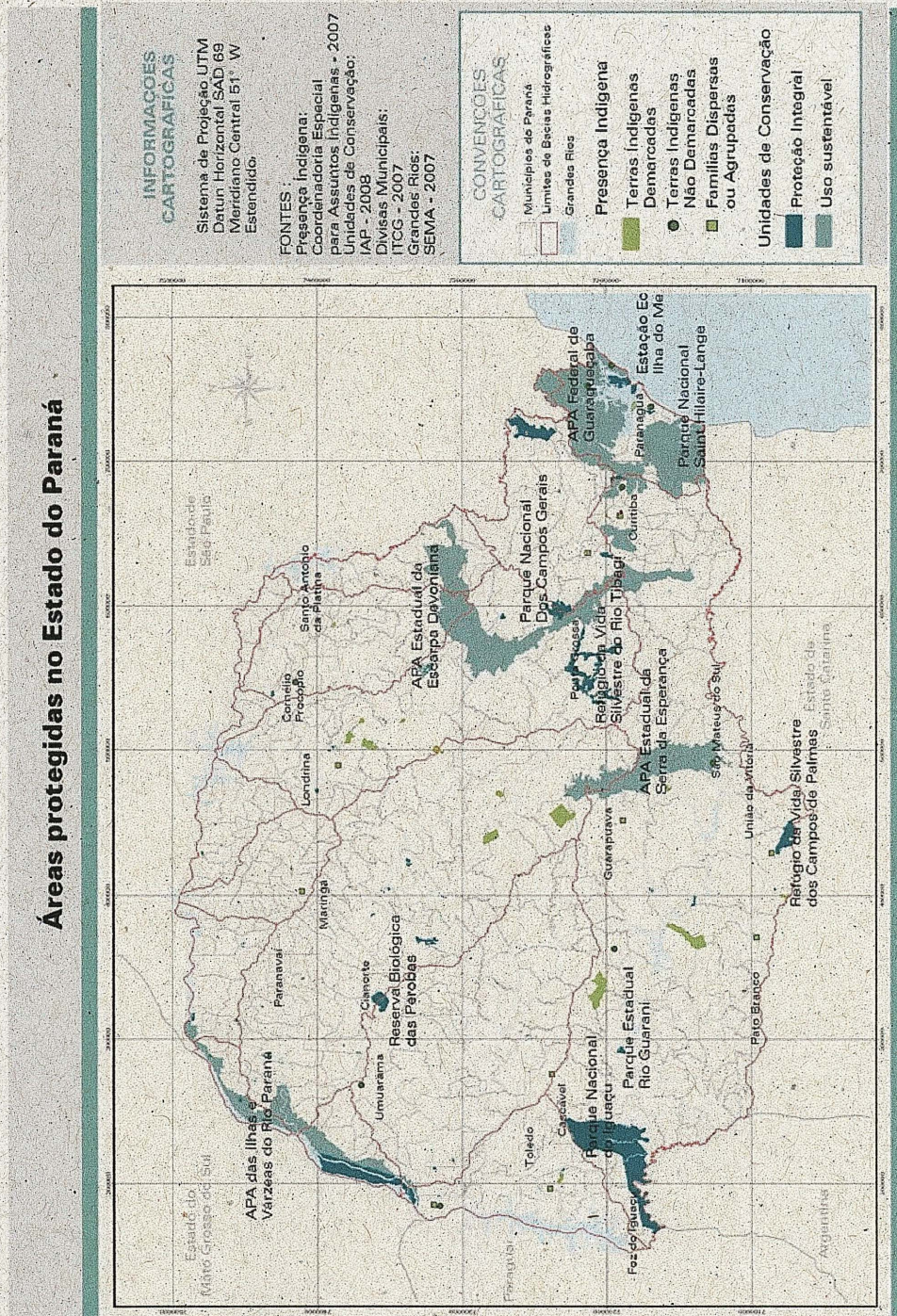
Fonte: Do autor, 2009.

Figura 15 – INDICADOR: Qualidade de Águas Interiores



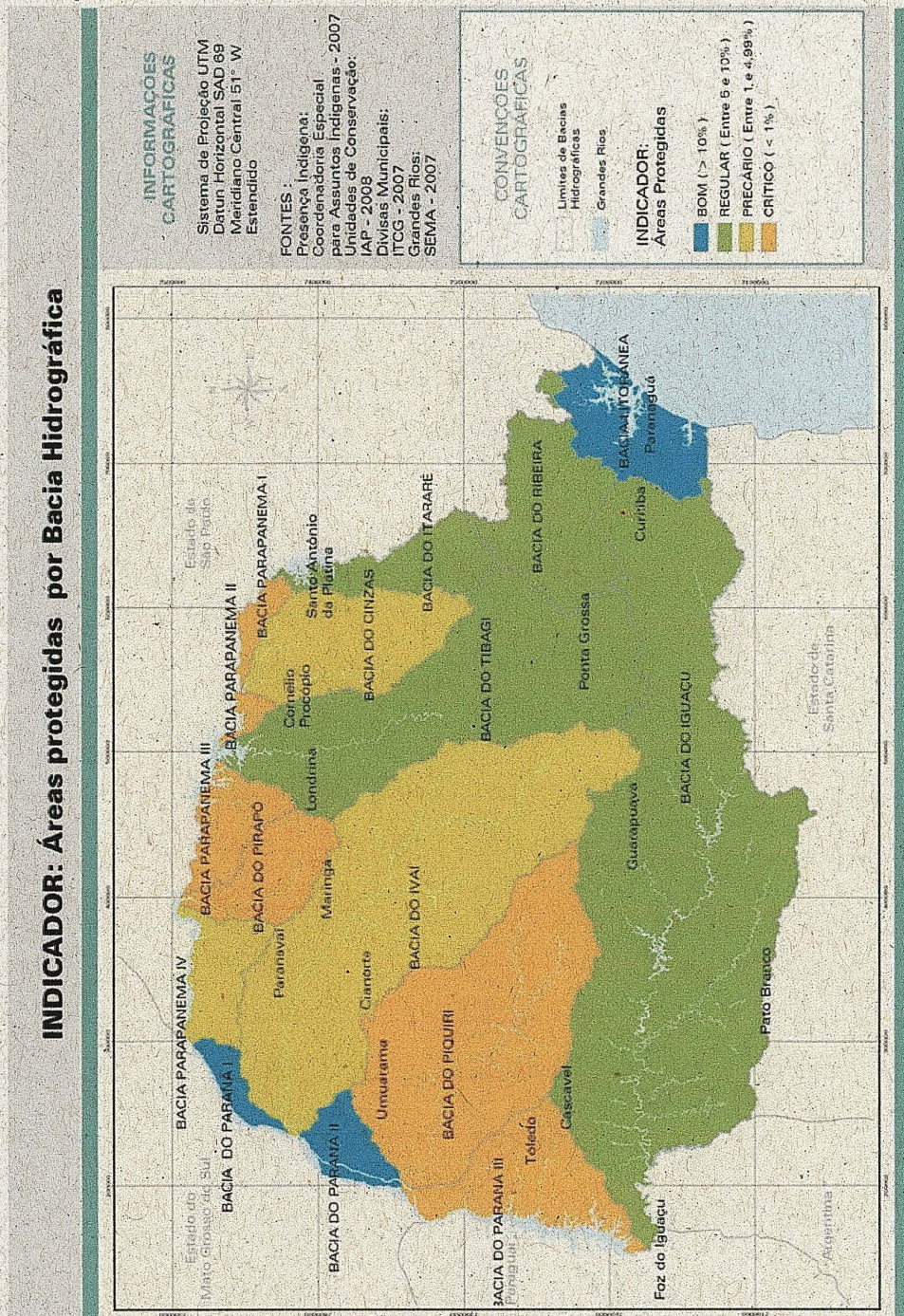
Fonte: Do autor, 2009.

Figura 16 – Áreas Protegidas



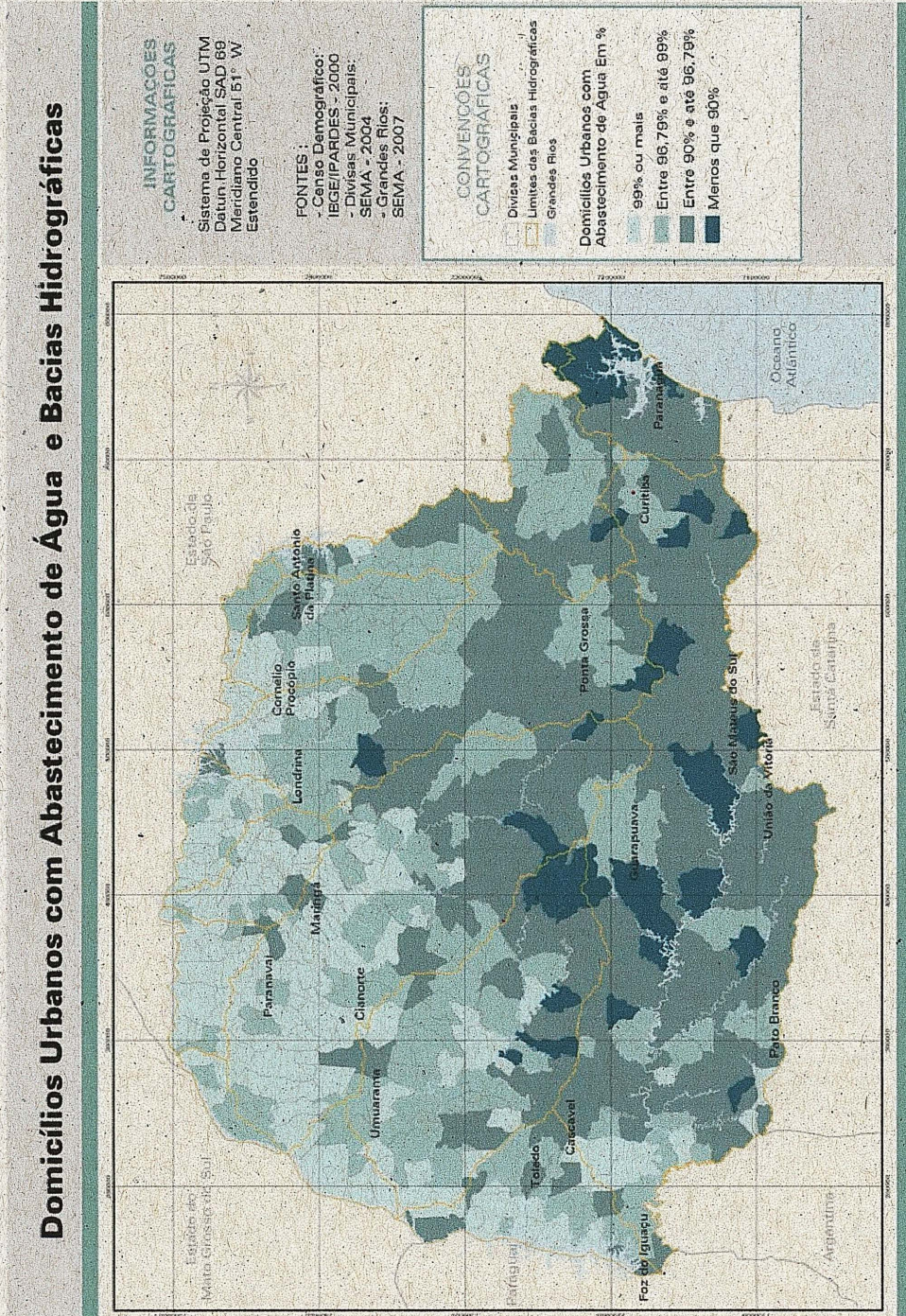
Fonte: Adaptado de SEMA, 2007.

Figura 17 – INDICADOR: Áreas Protegidas



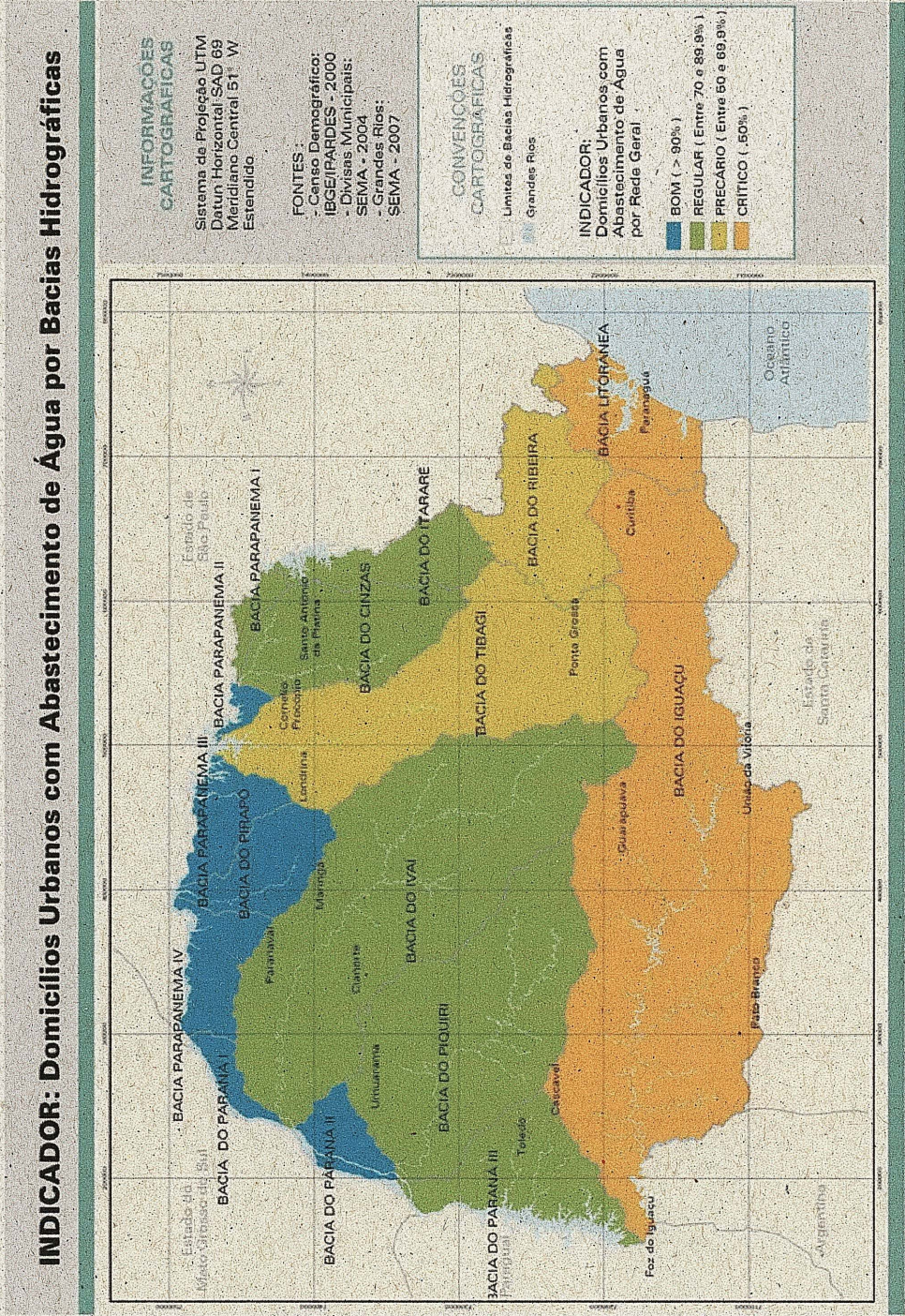
Fonte: Do autor, 2009.

Figura 18 – Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água



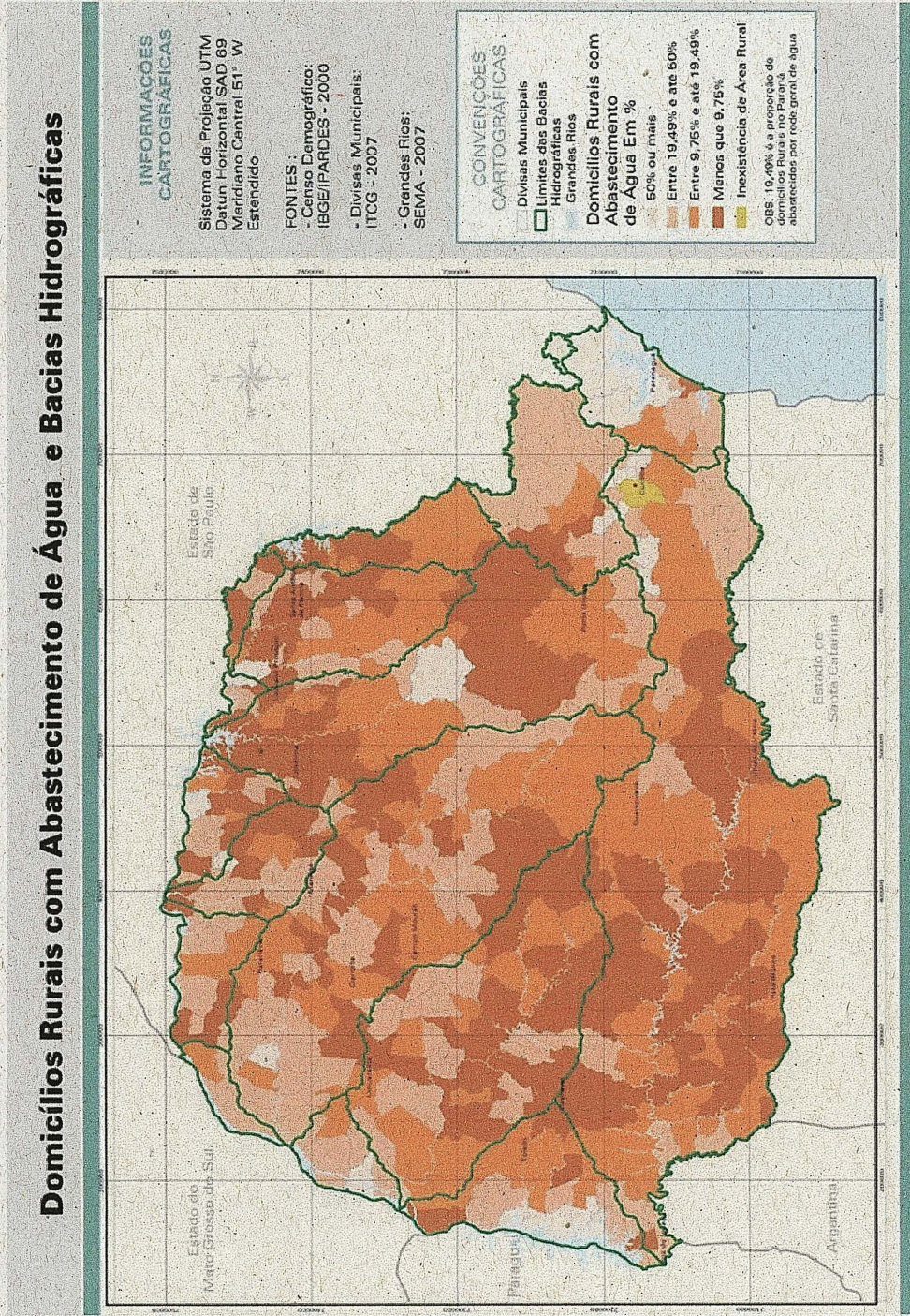
Fonte: Adaptado de IBGE/IPARDES, 2000.

Figura 19 – INDICADOR: Domicílios Urbanos com Abastecimento de Água



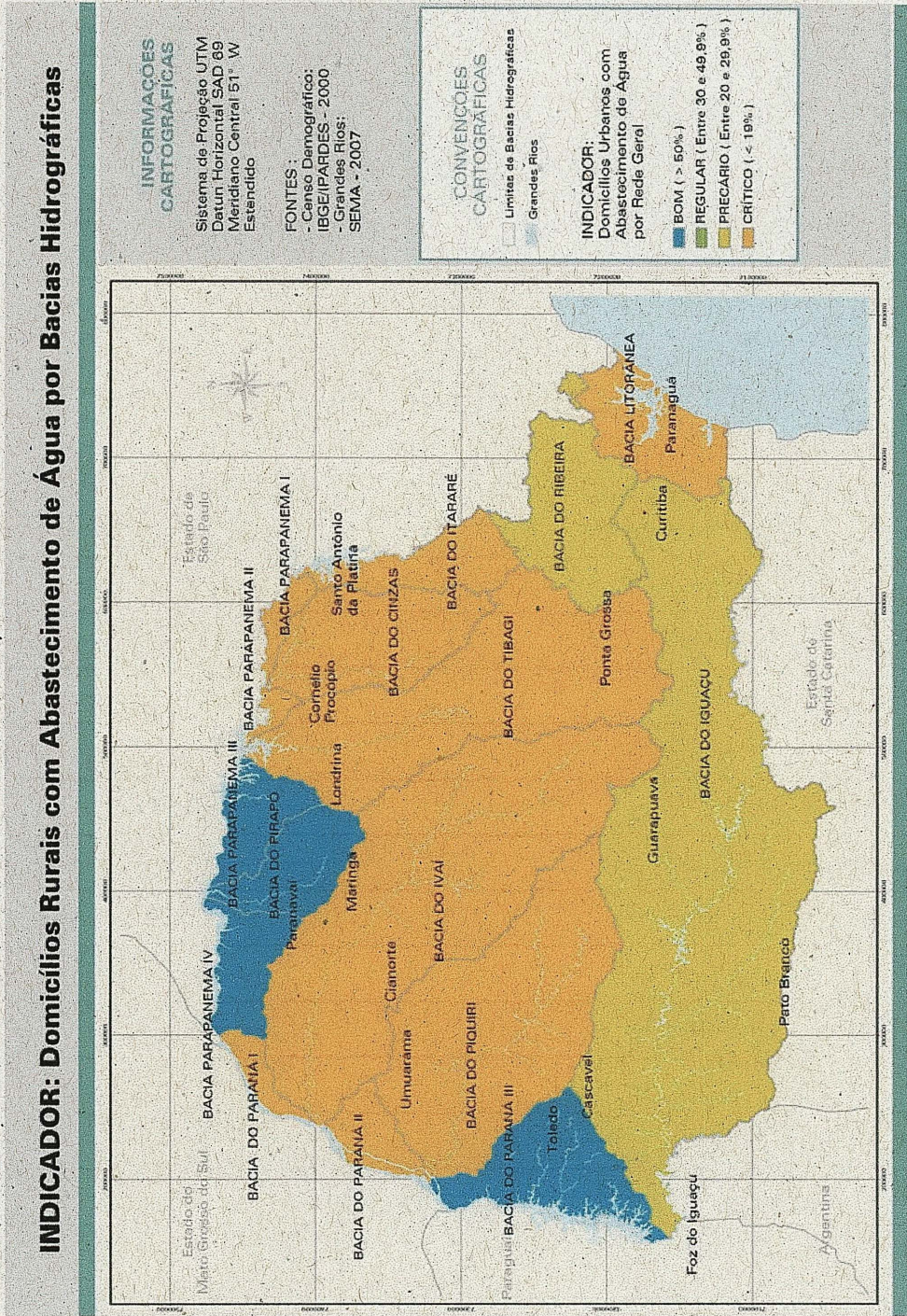
Fonte: Do autor, 2009.

Figura 20 – Domicílios Rurais com Abastecimento de Água



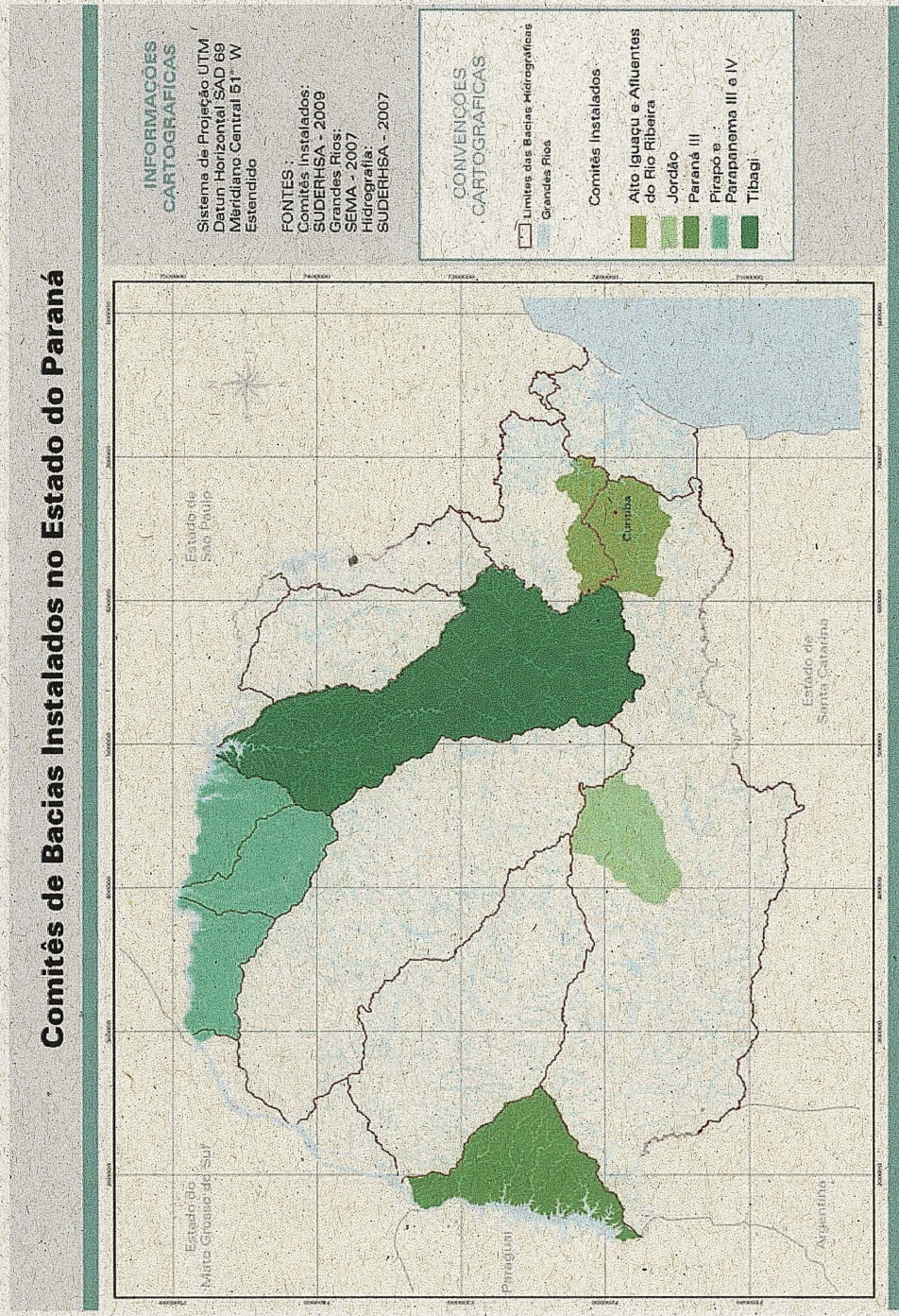
Fonte: Adaptado de IBGE/IPARDES, 2000.

Figura 21 – INDICADOR: Domicílios Rurais com Abastecimento de Água



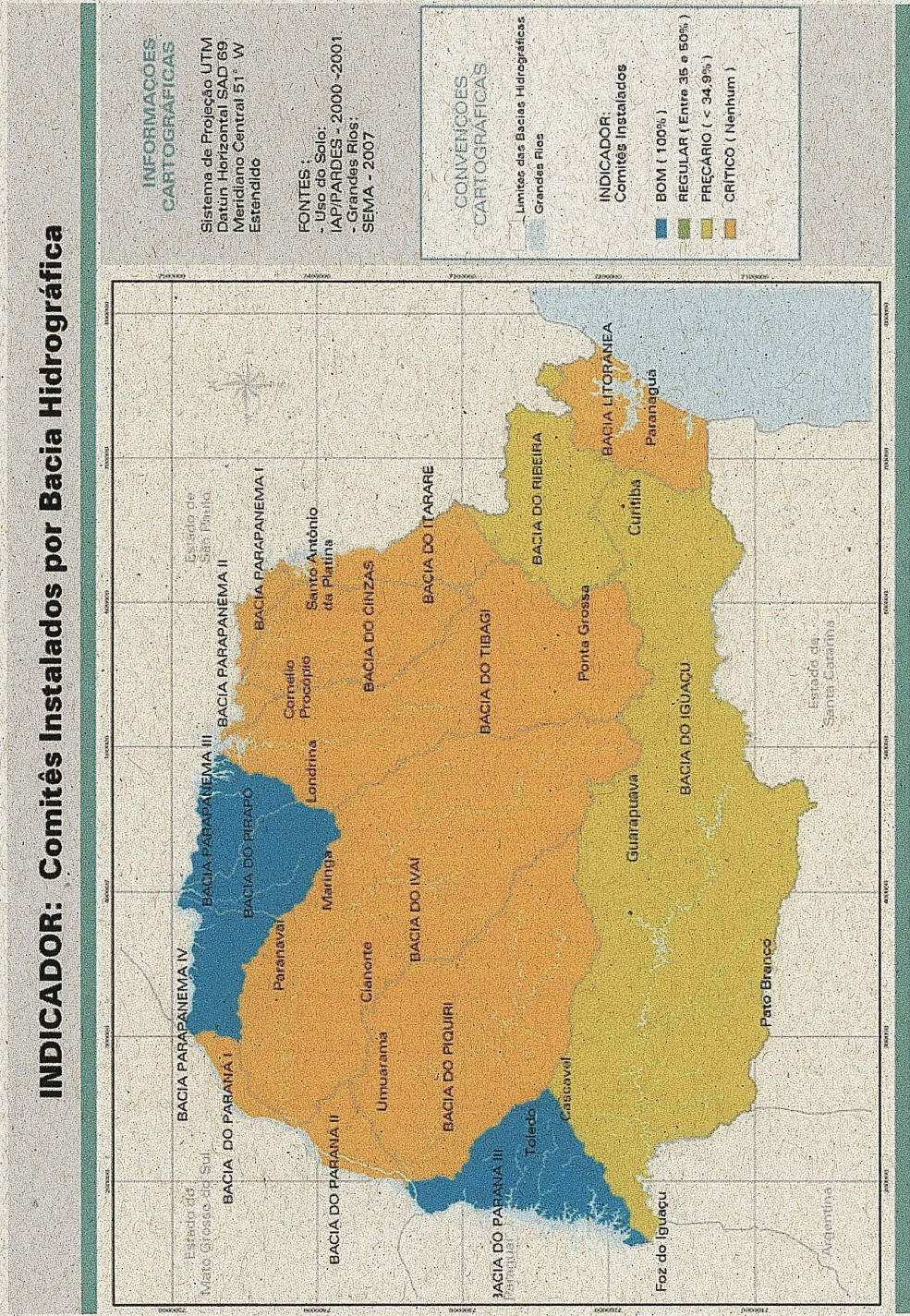
Fonte: Do autor, 2009.

Figura 22 – Comitês de Bacias Instalados



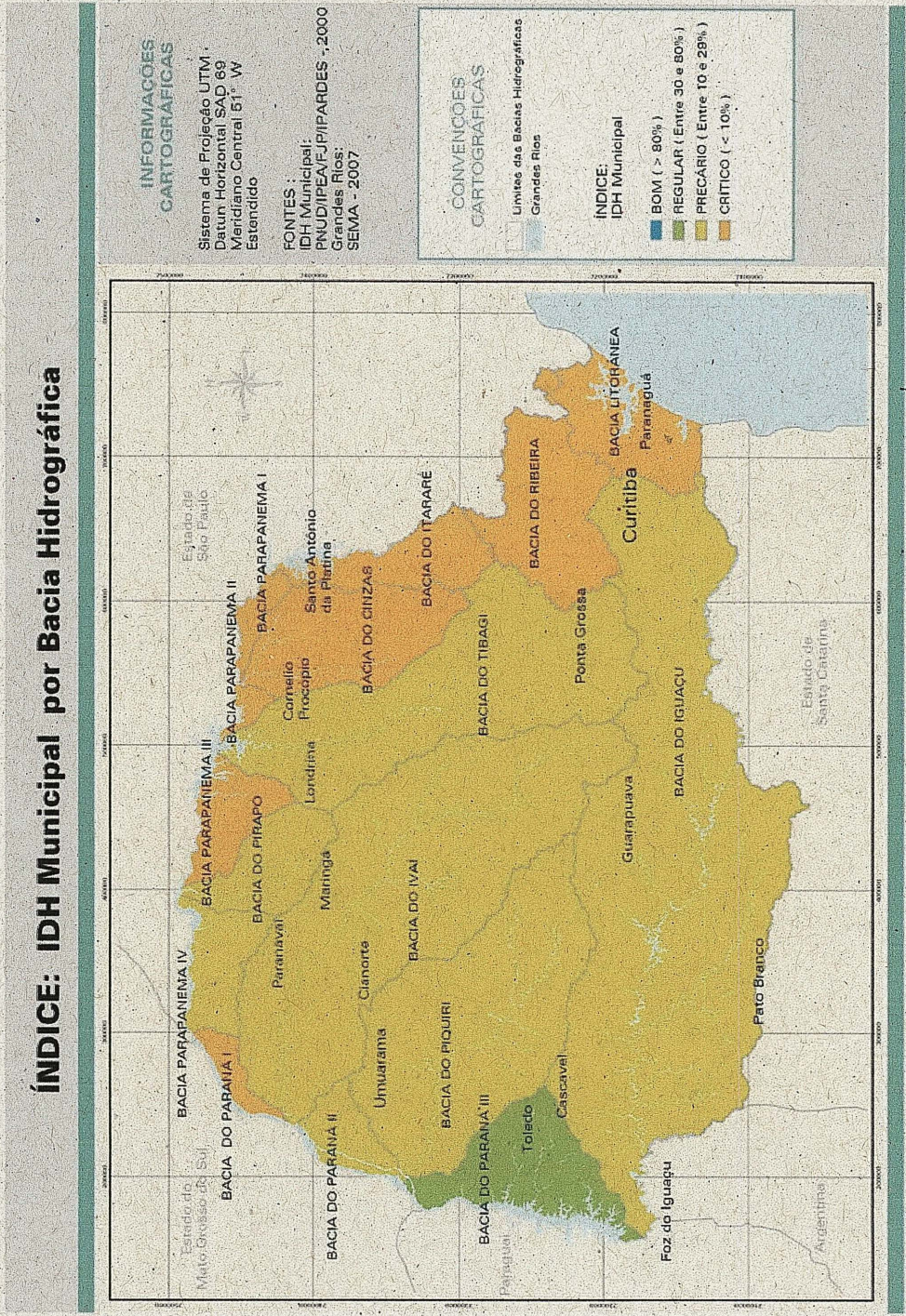
Fonte: Adaptado de SUDERHSA, 2009.

Figura 23 – INDICADOR Comitês de Bacias Instalados



Fonte: Do autor, 2009.

Figura 25 – ÍNDICE de Desenvolvimento Humano Municipal



Fonte: Do autor, 2009.

4.7. ANÁLISE SINTÉTICA DOS INDICADORES ESTUDADOS

O processo de construção de indicadores está vinculado ao manuseio de uma gama considerável de informações, necessitando de implantação de sistema de geoprocessamento do território. Entende-se que a utilização de tecnologia SIG possibilita o cruzamento de diversas informações do meio físico local, de modo a permitir precisão e acuidade dos dados manipulados. O Sistema de Informações Geográficas - SIG implementado no presente estudo mostrou-se eficiente para o tratamento dos diversos níveis de informação e sua análise.

De acordo com as análises espaciais geradas no SIG, por meio das informações oficiais coletadas, e mediante os critérios e níveis estipulados para os indicadores no presente estudo, pode-se obter resultados tendo como base conceitual de análise o territorial das Bacias Hidrográficas do estado do Paraná.

4.7.1 Terras em uso agrossilvipastoril

Este indicador expressou a situação das Bacias quanto aos usos da terra em relação às áreas originalmente constituídas dos ecossistemas naturais do Paraná. De forma sintética, observa-se que nas Bacias Litorânea e do Iguaçu existe um maior grau de preservação dos ecossistemas originais. A intensidade de uso do solo é encontrada nas Bacias do Paraná I, do Paranapanema III e do Itararé, para o qual encontrou o nível precário no quadro do indicador. As demais, excetuando a Bacia do Paraná II, com indicador regular de ação antrópica, possuem o indicador de criticidade, impelindo para ações emergentes de redirecionamento do uso do solo e das práticas de conservação e manutenção das condições produtivas e de qualidade ambiental.

4.7.2 Qualidade das Águas Interiores

Este indicador mostrou o quadro da qualidade da água, medida pelo IQA no ano de 2005, dos rios interiores do estado. Excetuando as Bacias do Paraná II, Paranapanema II e IV que não possuem estações de coleta e controle da qualidade hídrica superficial, a maioria dos rios indicava situação regular. A situação regular é

encontrada para valores do IQA que variam entre 51 e 70, não sendo considerada boa para o abastecimento público.

Deste quadro pode-se inferir que, além das condições desfavoráveis ao meio, coube ao poder público gastos adicionais para o tratamento da água para disponibilizá-la à população.

De forma sintética pode-se avaliar a necessidade de controle sistêmico da qualidade da água e de ações que garantam melhores condições deste importante recurso natural em todas as bacias hidrográficas do Paraná. E nos casos das bacias que não possuem estações de coleta, a urgência na implantação de monitoramento.

4.7.3 Áreas Protegidas

O indicador de áreas protegidas revelou que das 16 bacias existentes apenas a Bacia do Paraná I e II e a do Litoral encontram-se em boa situação quanto à criação de Unidades de Conservação.

As bacias do Paraná III, do Piquiri, do Pirapó e Paranapanema I, II e III estão em situação crítica, e as demais nos níveis regular e precário. Tal quadro sinaliza para uma preocupante situação de precariedade na proteção e manutenção dos ecossistemas originais, garantindo condições de sobrevivência para diversas espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.

4.7.4 Acesso ao Sistema de Abastecimento de Água

Um dos mais importantes indicadores de qualidade de vida para a maioria da população pode ser expressa pelas informações relacionadas ao acesso ao sistema de abastecimento de água. Nesse tópico, a análise do indicador se segmentou nas áreas urbana e rural, uma vez que as informações do Censo são elaboradas de forma individualizada para cada um destes compartimentos.

Para o acesso ao sistema de abastecimento de água por rede geral em área urbana para o ano de 2000, o indicador revelou que as Bacias do Paraná I e II e Paranapanema II, III e IV se encontram em bom estado de acesso, com 99% ou mais dos

domicílios atendidos pela rede. A situação crítica é encontrada nas Bacias Litorânea e Iguaçu onde o acesso ao abastecimento atinge 90% dos domicílios.

Para o acesso ao sistema de abastecimento de água por rede geral em área rural, o indicador expressou que o nível bom de acesso, onde 50% ou mais dos domicílios possuem água tratada, é encontrado apenas na Bacia Litorânea. A situação crítica é observada nas Bacias do Piquiri, Parapanema I e III. O indicador expressou também que extensas áreas das Bacias do Itararé, Cinzas, Tibagi, Paraná III e Iguaçu encontravam-se em situação precária de abastecimento, onde o acesso é restrito a 9,75% dos domicílios rurais.

4.7.5 Comitês de Bacias Instalados

Este indicador expressa os níveis de organização pública e da sociedade civil para a formação de Comitês de Bacias, propiciando o gerenciamento dos recursos hídricos e o estabelecimento de políticas locais de recuperação e manutenção da qualidade hídrica. O nível bom foi atingido apenas nas Bacias do Paraná III, do Pirapó e do Parapanema III e IV.

Para as Bacias do rio Ribeira e do rio Iguaçu o indicador é precário, sendo que as demais se encontram com o indicador crítico. Tal situação expressa a deficiência na condução de políticas públicas voltadas para a organização e capacitação de gestores ambientais. Tipifica a inexpressividade da representação social na discussão e deliberação dos assuntos relacionados aos recursos hídricos.

4.7.6 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

O índice de Desenvolvimento Humano Municipal expressa a realidade socioeconômica no estado, e de forma genérica evidenciando os níveis calculados para a bacia hidrográfica para o ano de 2000. De acordo com os critérios adotados no presente estudo o índice revelou a situação socioeconômica encontrada no Paraná no qual a maioria das bacias encontra-se nos níveis precário e crítico, ou seja, com IDH-M abaixo de 0,766.

De acordo, ainda, com os critérios adotados, em nenhuma bacia foi encontrado o nível bom, ou seja, com IDH-M acima 0,800. A Bacia do Paraná III é a única que se apresenta no nível regular com índice que varia de 0,787 a 0,800, considerado como médio desenvolvimento.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No desenvolvimento do trabalho obteve-se a fundamentação teórica dos indicadores de sustentabilidade, reconhecendo a importância da dimensão ambiental na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico e na preservação das condições de vida do homem no planeta.

Foi elaborado o levantamento dos parâmetros técnicos relacionados ao índice de qualidade das águas – IQA e da demanda bioquímica de oxigênio – DBO, como indicadores de qualidade dos recursos hídricos.

Com a utilização de sistema de informações geográfica – SIG, e as ferramentas de geoprocessamento, apresentou como **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental** relacionados à qualidade dos recursos hídricos, os parâmetros de terra em uso agrossilvipastoril, do índice de qualidade das águas, das áreas protegidas, do acesso ao sistema de abastecimento de água por rede geral, da gestão dos recursos hídricos e do desenvolvimento humano municipal.

A metodologia de análise, de classificação e de espacialização de indicadores, tendo como recorte territorial as bacias hidrográficas, comprovou-se como valioso instrumento de planejamento ambiental e avaliação de políticas públicas, **apresentando proposta consolidada de informações para a formulação de indicadores de sustentabilidade ambiental** que refletem a qualidade dos recursos hídricos no estado do Paraná.

Em face da presente pesquisa, e dos resultados obtidos, recomenda-se que a construção de um sistema de **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental**, no âmbito do estado do Paraná, utilize a metodologia do IBGE 2008 como base de definições dos indicadores. Tal recomendação se deve a dois fatores fundamentais: (i) a uniformização de indicadores ao nível nacional permite a comparação entre as dimensões ambiental, social, econômica e institucional do Estado com os demais; (ii) os indicadores selecionados estão vinculados à realidade do país e do Paraná, permitindo inserção dos dados estaduais num sistema nacional de avaliação de qualidade dos serviços públicos e de políticas de meio ambiente.

Do ponto de vista dos **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental**, recomenda-se:

- I. Avaliar a sustentabilidade dos ecossistemas paranaenses, com base nos estudos do IBGE;
- II. Fomentar discussão participativa para a seleção de indicadores, conciliando a técnica com os anseios da população;
- III. Construir um sistema de indicadores por bacias, que permita a leitura espacial do indicador, conforme o estudo apresentado;
- IV. Estabelecer parâmetros de acordo com normas, legislação e que envolva o conhecimento de equipe multidisciplinar;
- V. Definir sistema de medição e monitoramento para cada indicador escolhido, com periodicidade estipulada para a coleta dos dados;

Do ponto de vista das políticas públicas de meio ambiente, com recorte para os recursos hídricos, recomenda-se:

- I. Criar um sistema de monitoramento da qualidade da água, a partir das estações existentes, de forma sistêmica, ou seja, com datas de coletas fixadas ao longo do ano;
- II. Implementar, em caráter de urgência, estações de coleta de água nas bacias do Paraná II e Parapanema II e IV;
- III. Definir um órgão único para coleta dos dados que permitem calcular a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e o Índice de Qualidade da Água e para as análises relacionadas;
- IV. Vincular os dados relativos à qualidade das águas ao sistema de informações geográficas, dando publicidade dos níveis de qualidade em que os corpos de água se encontram.

Por final, concordando com Wilhelm Reich, a natureza – dentro e fora de nós –, só é intelectualmente acessível através de nossas impressões sensoriais. Os impactos

que o homem vem provocando ao meio ambiente devem ser sentidos pelos nossos órgãos, por meio dos movimentos plasmáticos. A visualização de informações de caráter técnico e científico pode ser "sentida" com maior profundidade, e desta forma, as soluções para os danos causados podem ser alcançadas em igual proporção.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, C. **O Conceito de Sustentabilidade em Empreendimentos da Construção Civil.** Disponível em < <http://www.atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/conceito-sustentabilidade-empreendimentos-construcao-civil/>>. Acesso em 13 abr. de 2009.

ALMEIDA, F. **Os Desafios da Sustentabilidade: uma ruptura urgente.** 2ª Ed. São Paulo: Campus, 2007.

BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

BORNHOLDT, W. **Orquestrando Empresas Vencedoras.** Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em < www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 21 jan. 2009.

CAMINO, R.; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: Bases para establecer indicadores.** San José: IICA, 1993. (Serie de Documentos de Programas IICA: 38).

CENTRO FEDERAL TECNOLÓGICO DO RIO GRANDE DO NORTE – CEFET RN. Palestra da Disciplina Poluição das Águas. Disponível em: < <http://www.ifrn.edu.br/secoes/ensino/cursos/cursos-de-graduacao/>>. Acesso em 28 de abr. de 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp> Acesso em 28 abr. de 2009.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. 2a Ed. Rio de Janeiro. Editora da Fundação Getulio Vargas, 1991.

COMISSÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CDS. NAÇÕES UNIDAS. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: marco e metodologias. União Européia: 1996.

DEPONTI, C.M. et al. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da **sustentabilidade e monitoramento de sistemas.** Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.3, n4, out/dez 2002

DICIONÁRIO DE PORTUGUÊS. Disponível em: <<http://www.dicionariodeportugues.com/?busca-palavra=parâmetro>>. Acesso em: 25 abr. de 2009.

FERREIRA, I. J. D. **Roteiro Básico para a elaboração de Projeto de pesquisa.** Procedimentos, 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTAL - FEAM. Indicadores Ambientais, 2007. Relatório. Secretaria de Estado de Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://www.semad.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=37>. Acesso em 22 mar. 2009.

GALLOPIN, G.C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. Environmental Modeling & Assessment. 1: 101 – 117.

GARCIAS, C. M. Indicadores de qualidade ambiental urbana. II Simpósio sobre Indicadores Ambientais. PUCPR / ISAM. Curitiba, 1999.

GIL, A. C. Como elaborar Projeto de Pesquisa. 3.^a Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

GIL, A. C. Técnicas de Pesquisa em Economia e Elaboração de Monografias. 4.^a Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. Inventário Florestal Nacional – Florestas Nativas Paraná/Santa Catarina. Brasília: 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2002. Rio de Janeiro: IBGE. 2002. 195 p. (Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica, n. 2).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: DERNA, 1992. (Manuais Técnicos de Geociências n. 1).

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Indicadores Ambientais por Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br>>. Acesso em 6 mar. de 2008.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIA - ITC. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=7>>. Acesso em 14 abr. de 2009.

LEAL, C.T. Caracterização Fisionômica e Ecológica das Principais Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. Trabalho não publicado. Curitiba, 2000. Acervo do autor.

LEAL, C.T. et al. Plano Diretor Participativo e de Desenvolvimento Integrado de Matinhos. Caderno de Propostas. Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=115>>. Acesso em 10 mar. de 2008.

LEITE, PF As diferentes Unidades Fitoecológicas da Região Sul do Brasil: proposta de classificação. Curitiba, 1994. Dissertação (Mestrado). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 160p.

MAACK, R. Notas Preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. Arq.Biol.Tecnol. V.3, n.12, p. 103-225, 1968.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981.450p.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999.212. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, UFRS. Porto Alegre.

MASERA, O; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación**. Mesmis. México: Mundi Prensa, 2000.

MAWHINNEY, M. **Desenvolvimento Sustentável: uma introdução ao debate ecológico**. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDADE EM ESPANHA - OSE. **Sostenibilidad em Espanha. Evaluación Integrada**. Madrid: 2007.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDADE EM ESPANHA - OSE. **Sostenibilidad local Una aproximación urbanan y rural**. Madrid: 2008.

OCDE. **Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the group on the state environment**. Paris: OCDE, 1993.

ODUM, E. P. **Ecology**. Rio de Janeiro: Koogan, 1988.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Brasil terá mapa digital de indicadores sócioeconômicos**. Disponível em: <www.pnud.org.br/>. Acesso em: 7 fev. de 2008.

QUIROGA MARTINEZ, R. **Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y de Desarrollo Sostenible: estado del arte y Perspectivas**. Santiago de Chile: CEPAL, 2001. 122 p. (Serie Manuales – CEPAL, n. 16).

REZENDE, D. A. & DIAS, N. C. **Indicadores para gestão ambiental urbana: modelagem e mapeamento**. Disponível em: <http://web0.cefetcampos.br/observatorioambiental/publicacoes-cientificas/artigos-sobre-biocombustiveis-energia-renovaveis-e-indicadoresambientais/indicadores_urbanos2.pdf> Acesso em: 21 abr. de 2009.

SANTOS, A. R. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. 3.ª Ed. São Paulo: DP&A Editora, 2000.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SEMA. **As Águas e as Florestas. Volume 12 – Séries Históricas**. Curitiba: 2008.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO AMBIENTAL - SUDERHSA. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <<http://www.suderhsa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=6>>. Acesso em: 27 abr. de 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO AMBIENTAL - SUDERHSA. **Sistema de Informações Geográficas para a Gestão dos Recursos Hídricos**.

Disponível em: < <http://www.suderhsa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=3>>.
Acesso em: 27 de abril de 2009.

SEN, A. Desenvolvimento como liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L. & LIMA, J.C. Classificação da Vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1991.

GLOSSÁRIO

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Abastecimento com canalização interna para pelo menos um cômodo do domicílio particular permanente, decorrente de rede geral de distribuição, ou outra proveniência (poço, nascente, reservatório abastecido por carro-pipa, chuva etc.), ou sem canalização interna para pelo menos um cômodo do domicílio particular permanente, decorrente de rede geral de distribuição canalizada para o terreno ou propriedade em que se localiza o domicílio, ou outra proveniência.

ABIÓTICO

Elementos básicos e compostos do meio; fatores ausentes da presença de seres vivos, como temperatura, luz, água, entre outros.

AÇÃO ANTRÓPICA

Atividade social, econômica e cultural, exercida pelo homem sobre o meio ambiente.

AGROSSILVIPASTORIL

Modo de uso da terra que abrange a agricultura, a silvicultura e a pecuária.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

Área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, que tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais.

ASCII

ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) – tabela usada para a troca de informações. Cada caractere é representado por um código de 8 bits (um byte).

ATRIBUTO

Elementos de dados que caracterizam e descrevem uma entidade, normalmente armazenados em forma tabular por meio de caracteres alfanuméricos.

BACIA HIDROGRÁFICA

Área cujo escoamento das águas superficiais contribui para um único exutório (eixo de drenagem). Área total drenada por um rio e seus afluentes.

BASE CARTOGRÁFICA

Conjunto de dados que representam os aspectos naturais e artificiais de um determinado espaço geográfico sob a forma de mapas, cartas ou plantas.

BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS

É o conjunto de dados espaciais e seus atributos, organizados de forma adequada para operações de inserção, busca, edição e análise espacial.

BIODIVERSIDADE

Diversidade de seres vivos. Abrange, entre outros, a diversidade de ecossistemas, de formas de vida e de genes de uma população. Inclui a diversidade de espécies e a diversidade entre indivíduos de uma mesma espécie. Compreende também a diversidade de ecossistemas terrestres e aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte.

BIOMA

Unidade biótica de maior extensão geográfica, compreendendo várias comunidades em diferentes estágios de evolução, porém denominada de acordo com o tipo de vegetação dominante (mata tropical, campo etc.). Pode ser entendido como um conjunto de ecossistemas terrestres, caracterizados por tipos fisionômicos semelhantes de vegetação, vinculados às faixas de latitude.

BIÓTICOS

Componente autotrófica, que é capaz de fixar energia luminosa e produzir alimentos a partir de substâncias inorgânicas; componente heterotrófica, que utiliza, rearranja e decompõe os materiais complexos sintetizados pela componente autotrófica.

CADUCIFÓLIAS

Em botânica, caducifólia, caduca ou decídua é o nome dado às plantas que, numa certa estação do ano, perdem suas folhas, geralmente nos meses mais frios e sem chuva (outono e inverno). É a forma em que as plantas encontram para não perder água pelo processo de evaporação, pelas folhas. Às vezes ficam só os galhos e o caule. Desta forma, elas armazenam a água sem perder praticamente nada pela evaporação.

CAPILARIDADE

Propriedade Física referente à capacidade que um fluido líquido tem de subir ou descer quando em contato com uma superfície sólida.

CARTOGRAFIA

É a ciência que se ocupa da elaboração, organização e apresentação de mapas de toda espécie, abrangendo todas as fases dos trabalhos, desde os primeiros levantamentos até a impressão final.

COLIFORMES FECAIS

Subgrupo de bactérias do grupo dos coliformes totais que normalmente habitam o trato digestivo de animais de sangue quente, incluindo o homem, outros mamíferos e as aves. Cada pessoa excreta cerca de dois bilhões dessas bactérias por dia. Por isso, esse grupo é utilizado como indicador da contaminação fecal da água e dos alimentos, revelando o potencial destes de disseminar doenças. A população de coliformes fecais é constituída na sua maior parte pela

bactéria *Escherichia coli*, que tem como *habitat* exclusivo o trato intestinal do homem e de outros animais.

COMUNIDADES

Grupo de organismos de espécies diferentes que compartilham o mesmo ambiente e interatuam, tanto de forma harmônica, desarmonica ou competitiva.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Valores angulares de latitude e longitude que definem a posição de pontos sobre a superfície da Terra, em relação ao elipsóide de referência adotado. A apresentação dos mapas nessas coordenadas permite a localização inequívoca das feições e transformação para outros sistemas de projeção. Obs.: As coordenadas dos arquivos disponíveis são apresentadas em graus decimais.

CORPO D'ÁGUA

Qualquer coleção de águas interiores. Denominação mais utilizada para águas doces, abrangendo rios, igarapés, lagos, lagoas, represas, açudes etc.

DADOS ANALÓGICOS

Dados armazenados em papel, filmes, diapositivos, poliéster, excluindo arquivos digitais.

DADOS ESPACIAIS

Dados que descrevem o espaço através de um georreferenciamento a sistema de coordenadas.

DADOS GEOGRÁFICOS

Dados que descrevem os aspectos terrestres através de um georreferenciamento a sistema de coordenadas.

DATUM

Superfícies de referência geodésica que representam a base dos levantamentos horizontais e verticais, das quais são conhecidos os parâmetros necessários às determinações altimétrica e planimétrica de vértices destinados a levantamentos cartográficos e projetos de engenharia. No Brasil são adotados atualmente os seguintes datum:

Datum vertical: Imbituba – Santa Catarina

Datum horizontal: SAD 69 ou Chuá – Minas Gerais Existe, porém, trabalhos georreferenciados ao antigo datum horizontal de Córrego Alegre – MG.

DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO)

Medida da quantidade de oxigênio necessária para degradar bioquimicamente, ou seja, com a intervenção de seres vivos (microrganismos), a matéria orgânica presente na água. Aumentos nos valores de DBO de um corpo d'água são provocados por despejos de origem orgânica, como esgotos domésticos e de algumas indústrias (celulose, alimentos, alcooleira etc.). Altos teores de matéria orgânica na água reduzem os níveis de oxigênio dissolvido, provocando a

morte de peixes e de outras formas de vida aquática, a proliferação de microrganismos tóxicos e/ou patogênicos e a produção de compostos tóxicos. Quanto maior a DBO, pior é a qualidade da água.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA

É a quantidade de água disponível em um trecho de corpo hídrico durante um determinado tempo. Considera-se também disponibilidade como sendo a diferença entre o volume outorgável e o volume outorgado.

DIVISOR DE ÁGUAS

Também conhecido como espigão. Define-se como uma linha imaginária separadora das águas pluviais. Normalmente entende-se por linha de cumeada, isto é, linha divisora formada por altas montanhas, com suas grandes cristas, as quais desempenham o papel de divisor de águas. Alguns exemplos são os divisores do Planalto Central do Brasil, os quais possuem suaves convexidades, muitas vezes, imperceptíveis e que tem a função de separadores de águas pluviais.

ECOSSISTEMAS

É um sistema constituído das relações entre os seres vivos e o seu espaço físico, abrangendo fatores físicos e químicos, tais como clima, temperatura, umidade, etc. que se inter-relacionam formando um todo. Complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e seu meio inorgânico, que interagem como uma comunidade funcional, em um determinado espaço, de dimensões variáveis.

EFLUENTES

Qualquer produto líquido, sólido ou gasoso, tratado ou não, produzido pela atividade industrial ou resultante dos resíduos urbanos, que é lançado para o meio ambiente. Denominação usualmente utilizada para águas servidas ou esgoto.

ESCALA

Relação entre a dimensão dos elementos representados em um mapa, carta ou planta e suas correspondentes dimensões na superfície terrestre.

ESPÉCIE

Conjunto de organismos que se cruzam, naturalmente, gerando indivíduos férteis e viáveis. As espécies se organizam em populações, dentro das quais e entre as quais há sempre variabilidade genética.

ESPÉCIES ENDÊMICAS

1. Espécies que ocorrem somente em um determinado ambiente ou local. 2. Espécies cuja área de distribuição é restrita a uma região geográfica limitada e usualmente bem definida.

ESPÉCIES EXÓTICAS

Espécies que não são originárias do local ou ambiente onde se encontram.

ESPÉCIES INVASORAS

Espécies que, não sendo naturais de uma região ou ambiente, após a sua introdução passam a se reproduzir e dispersar sem a ajuda do homem. Muitas vezes competem com espécies presentes no local onde se instalaram, podendo causar a extinção das espécies nativas.

ESPÉCIES NATIVAS

Espécies originárias do local ou ambiente onde se encontram.

ESTAÇÃO ECOLÓGICA

Área de posse e domínio públicos, que tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.

EUTROFIZAÇÃO

Processo através do qual as águas de um rio ou de um lago se enriquecem de nutrientes minerais e orgânicos, devido à rápida e excessiva proliferação de algas e outros microorganismos, provocando excesso de matéria orgânica e, por falta de oxigênio, dificultando a vida animal.

EXTINÇÃO

Desaparecimento de uma espécie ou outro táxon de uma região ou biota.

FAUNA

Conjunto das espécies animais que habita um determinado local ou região.

FISIOLÓGICOS

Relativo à Fisiologia, que é a parte da Biologia que estuda o funcionamento e as funções das células, tecidos, órgãos e o sistema como um todo nos seres vivos, animais ou vegetais.

FLORESTA PRIMÁRIA

Floresta que nunca foi derrubada ou alterada em grandes extensões pela ação do homem.

FLORESTA SECUNDÁRIA

Floresta resultante da recomposição natural de grandes áreas originalmente florestadas que foram desmatadas pela ação do homem.

FEIÇÃO

Representação de um elemento, natural ou artificial do terreno.

FORMATO DO ARQUIVO

Forma como um arquivo se apresenta, ou seja, o modo como as informações (geográficas ou texto) são organizadas e armazenadas no disco.

FORMATO.BMP

Formato Microsoft Windows Bitmapped Image Format que armazena dados de estrutura raster, próprio para o uso dos mapas como figuras ilustrativas. Pode ser lido em aplicativos da Microsoft.

FOMATO SHAPEFILE

Formato dos arquivos provenientes do software *ArcView*, compreendendo arquivos com feições vetoriais (formatos .shp, .shx, .sbn e sbn) e suas tabelas associadas em formato Dbase (.dbf).

HABITAT

Local físico onde vivem seres de uma mesma espécie. É o local de vida e ocorrência natural da espécie, ou de uma comunidade animal ou vegetal.

INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS

Dados alfanuméricos geograficamente referenciados.

JUSANTE

Direção do fluxo de um rio, ou seja, o sentido em que correm as águas de uma corrente fluvial. Para o lado da foz; porção posterior de um curso d'água.

LAYER

Mapa temático (camada de informação) associado um banco de dados georreferenciados para a função de análise no GIS

LIXIVIAÇÃO

Processo pelo qual a matéria orgânica e os sais minerais são removidos do solo, de forma dissolvida, pela percolação da água da chuva.

LODO ATIVADO

Sistema no qual os flocos de lodo recirculam com alta concentração de bactérias, acelerando o processo de digestão da matéria orgânica.

MANANCIAIS

Qualquer corpo de água abundante, tanto superficial (fontes, nascentes, cabeceiras de cursos) como subterrâneo (lençol freático, lençol profundo), utilizado para abastecimento humano, animal ou irrigação.

MANEJO

Procedimento que visa assegurar a conservação da diversidade biológicas dos ecossistemas.

MANGUEZAIS

Formações vegetais típicas de litorais tropicais periodicamente invadidos pelas águas do mar, e onde existe uma floresta de árvores adaptadas ao ambiente salino.

MAPAS

Representação dos aspectos geográficos de extensões da superfície terrestre. O contorno do mapa em geral é uma linha divisória correspondente a uma divisão regional, continental. A superfície de referência pode ser esférica ou elipsoidal.

MATA CILIAR

Florestas que margeiam o curso dos rios. Desempenham importante papel na proteção dos cursos de água, reduzindo a insolação sobre o rio, fornecendo alimento para os peixes, e sendo uma barreira física e química à chegada de materiais carregados pelas enxurradas aos rios.

MODELO DE DADOS

Atividade na qual procuramos construir uma estrutura de dados que reflita a realidade e ao mesmo tempo seja facilmente manuseada por computadores para que os sistemas construídos a partir dela sejam estáveis e sófram o mínimo de manutenção possível. A modelagem é dividida em três etapas ou níveis: Conceitual, Lógico e Físico.

MONTANTE

Inverso de jusante; para o lado da nascente de um rio; porção anterior a um curso d'água

OCUPAÇÃO ANTRÓPICA

Ocupação de uma área por atividades humanas.

OUTORGA

A outorga é instrumento através do qual o Poder Público autoriza o usuário a utilizar um determinado bem. Outorga dos direitos de uso da água é instrumento através do qual o Poder Público autoriza o usuário a utilizar água de seu domínio, por tempo determinado e com condições preestabelecidas.

OVERLAY

O processo de cruzamento entre dois ou mais mapas temáticos (com bancos de dados georreferenciados) da mesma área para formar um novo mapa (tema).

PARQUE NACIONAL (PARNA)

Área de posse e domínio públicos, que tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e turismo ecológico.

PATOGÊNICOS

Que produz doenças. Relativo à patogenia, que é parte da patologia que estuda a causa e a origem das doenças e o modo como estas se desenvolvem.

PERCOLAÇÃO

Infiltração e passagem de água (ou outro líquido) por um meio poroso, que pode ser o solo, uma rocha sedimentar, materiais sintéticos (resinas) etc. Passar um líquido lentamente, sob pressão, através de um meio sólido para filtrar ou para fazer a extração de substâncias desse meio.

POPULAÇÕES

Grupos de organismos de uma mesma espécie que habita um determinado território.

POTABILIDADE

Qualidade da água; que se pode beber.

PRECIPITAÇÃO

A precipitação é a queda de água no estado líquido (chuva) ou sólido (neve e granizo). Resulta da condensação do vapor de água que existe na atmosfera.

PROTEÇÃO INTEGRAL

Manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais.

RASTER – ESTRUTURA DE DADOS

Estrutura de representação espacial de dados em que os elementos são codificados na forma de uma matriz (grade).

RECURSO AMBIENTAL

Atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

REMANESCENTES

Fragmentos da cobertura vegetal original de uma região que ainda permanecem em meio a áreas com vegetação alterada pela ação humana.

REPRESENTAÇÕES VETORIAIS

Estrutura de representação espacial de dados na qual os elementos são codificados na forma vetorial, ou seja, com coordenadas bi ou tri dimensionais, formando pontos, linhas e polígonos.

RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN)

Áreas particulares destinadas, por solicitação e vontade dos proprietários, à proteção da fauna, da flora e dos recursos naturais em geral, com restrições de uso similares às verificadas em unidades de conservação de proteção integral.

RESTINGA

Tipo de vegetação que inclui todas as comunidades de plantas do litoral arenoso do Brasil, iniciando na praia e terminando junto às formações vegetais continentais.

TOPOGRAFIA

Descrição ou delineação minuciosa de uma localidade. Pode ser uma configuração do relevo de um terreno com a posição de seus acidentes naturais ou artificiais.

TRATAMENTO DE DADOS CARTOGRÁFICOS PARA SIG

Os dados cartográficos atualmente produzidos necessitam de tratamento e estruturação para serem utilizados nos sistemas de informação. Esse tratamento inclui a adequação dos dados a um modelo pré-definido, ou seja, a definição das entidades a serem tratadas e seus atributos, a adaptação das feições cartográficas a estas entidades, a definição dos relacionamentos entre as entidades, o estabelecimento das relações topológicas, a inserção de atributos através das propriedades dos elementos gráficos, edição de dados gráficos, conversão de formatos e transformação de sistemas de projeção.

TURBIDEZ

Medida da transparência da água de rios, lagos, represas, açudes e outros corpos hídricos superficiais. Quanto maior a turbidez, maior a quantidade de sólidos em suspensão (sedimentos) transportados pela água.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes e legalmente instituído pelo Poder Público. Possui objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

Área que pertence obrigatoriamente ao Poder Público e tem como objetivos preservar a natureza, visando a conservação da biodiversidade e dos recursos genéticos, proteger as espécies ameaçadas de extinção e preservar e/ou restaurar a diversidade dos ecossistemas. Nessa área são proibidos a exploração, e o aproveitamento dos recursos naturais, sendo somente permitido o uso indireto de seus recursos.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL

Área que tem como objetivo disciplinar o processo de ocupação das terras e promover a proteção dos recursos bióticos (fauna e flora) e abióticos (água, solo, clima e relevo), assegurando a qualidade de vida das populações locais e o uso sustentável dos recursos naturais, de forma planejada, regulamentada e racional, preferencialmente por populações tradicionais, mas também por empresas ou por outros agentes econômicos. Parte das Unidades de Conservação de Uso Sustentável é formada por áreas que não pertencem ao Poder Público, as Áreas de Proteção Ambiental - APAs, havendo apenas restrições quanto às atividades que podem ser nelas praticadas.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA

Vegetação original de um determinado local, não alterada pela ação do homem.

VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA

Vegetação alterada pela ação do homem.